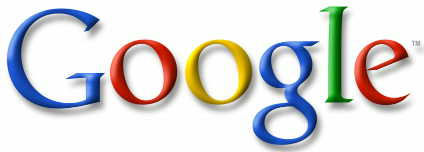
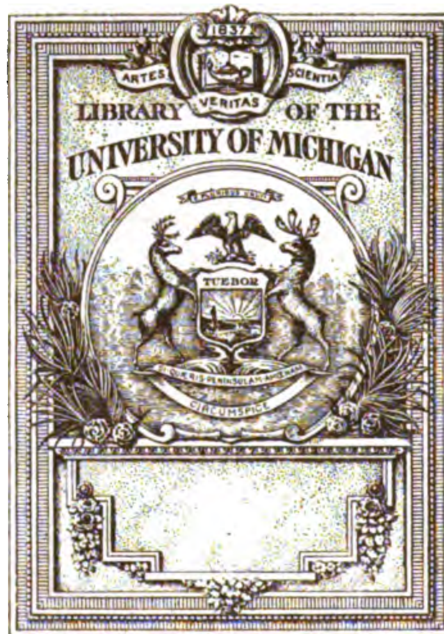



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE

# ISAACI NEWTONI, EQUITIS AURATI, OPUSCULA MATHEMATICA, PHILOSOPHICA ET PHILOLOGICA.

Collegit partimque Latinè vertit ac recensuit

JOH. CASTILLIONEUS

JURISCONSULTUS.

TOMUS SECUNDUS

Continens

PHILOSOPHICA.




LAUSANNÆ & GENEVÆ,

Apud MARCUM-MICHAELEM BOUSQUET & Socios.

MDCCXLIV.

# VIRIS

*ILLUSTRISSIMIS, MAGNIFICIS,*

*AMPLISSIMIS,*

REI ŒCONOMICÆ REGUNDÆ SELECTIS,

*SENATORIA DIGNITATE AC MAGISTRATIBUS*

*IN POTENTISS.*

# REPUBLICA BERNENSI

*CLARISSIMIS*

*STEMMATE NOBILISSIMIS,*

DN. JOANNI ANTONIO KILCHBERGUER,

*Provinciæ Germanicæ Quæstori Integerrimo.*

DN. CHRISTOPH. STEIGUER,

*Provinciæ Romanæ Quæstori Integerrimo.*

NEC NON

*REIP. TRIBUNIS*

DN. GEORGIO DE MOURALT,

DN. ANTONIO HACBRETT.

DN. CHRISTIANO WILLADING,
*Equiti Sti.* MARCI.

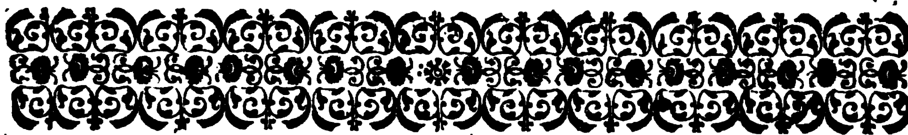
DN. BEATO LUDOVICO BERSETH.

QUOD PATRIAM CONSILIIS TUTENTUR,
Virtutibus ornent, Scientiarum Cultoribus faveant,
præsidio juvent,

*Hoc jure optimo debitum*

D. D. D.

Devotissimus Cultor, addictissimus,
obsequentissimus Cliens,
J. CASTILLIONEUS,
*Collector & Editor.*



# INDEX OPUSCULORUM

## *Quæ* TOMUS SECUNDUS *complectitur.*



* 2 *OPUS-*

## OPUSCULUM XIX.

SCRIPTA INSERTA TRANSACTIONIBUS PHILOSOPHICIS.



ART. XIII.

*OPUSCU-*

*OPUSCULUM XVII.*

DE

# MUNDI SYSTEMATE

LIBER

# ISAACI NEWTONI.

Opus diu integris ſuis partibus deſideratum.

*In uſum Juventutis Academicæ.*

*Editus* ***LONDINI***: An. 1731.

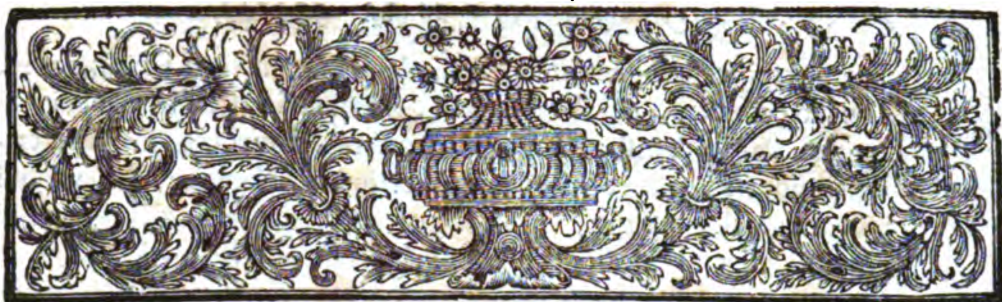
# Newtoni Princip. Math.

## Lib. III. initio.

*IN Libris præcedentibus Principia Philosophiæ tradidi, non tamen philosophica, sed mathematica tantùm, ex quibus videlicet in rebus philosophicis disputari possit. Hæc sunt, Motuum & Virium, leges & conditiones, quæ ad Philosophiam maximè spectant. Eadem tamen, ne sterilia videantur, illustravi Scholiis quibusdam philosophicis; ea tractans, quæ generalia sunt, & in quibus Philosophia maximè fundari videtur; uti Corporum densitatem, & resistentiam; Spatia Corporibus vacua; motumque Lucis, & Sonorum. Superest, ut ex iisdem Principiis doceamus constitutionem* SYSTEMATIS MUNDANI. *De hoc Argumento composueram Librum tertium methodo populari, ut à pluribus legeretur.*



DE



# DE MUNDI SYSTEMATE LIBER.



FIXAS in ſupremis Mundi partibus immotas perſiſtere, & Planetas his inferiores circa Solem revolvi; Terram pariter moveri curſu annuo, diurno verò circa Axem proprium; & Solem, ceu Focum Univerſi, in omnium Centro quieſcere, antiquiſſima fuit philoſophantium ſententia. Sic enim ſenſerant olim PHILOLAUS, ARISTARCHUS *Samius*, PLATO ætate maturiore, *Pythagoreorum* turba, & his antiquior ANAXIMANDER, & *Romanorum* Rex ille ſapientiſſimus NUMA POMPILIUS. Is, in ſymbolum Orbis rotundi & ignis ſolaris in Centro, Templum erexit *Veſtæ*, formâ rotundâ, & ignem perpetuum in medio aſſervari ſanxit. Ab *Ægyptiis* autem, Aſtrorum antiquiſſimis obſervatoribus, propagatam eſſe hanc ſententiam veriſimile eſt. Etenim ab illis, & à Gentibus conterminis, ad *Græcos*, Gentem magis Philologicam, quàm Philoſophicam, Philoſophia omnis antiquior juxta & ſanior manâſſe videtur: & Sacra *Veſtæ* ingenium *Ægyptiorum* ſapiunt, Myſteria captum vulgi ſuperantia ſacris Ritibus, &

Cœlos eſſe fluidos.

*Archimedes* in Arenario. *Ariſtot.* lib. 2. de cœlo. *Plutarch.* lib. 3. de placitis Philoſ. & in Numâ.

Hieroglyphicis pingentium. Subinde docuerunt ANAXAGORAS, DEMOCRITUS, & alii nonnulli, Terram in Centro Mundi immotam ſtare, & Aſtra omnia in occaſum, aliqua celeriùs, alia tardiùs moveri, idque in ſpatiis liberrimis. Namque Orbes ſolidi poſtea ab EUDOXO, CALIPPO, ARISTOTELE, introducti ſunt; declinante in dies Philoſophiâ primitùs introductâ, & novis *Græcorum* commentis paulatim prævalentibus. Cum his Orbibus malè conſiſtunt Phænomena Cometarum. Hos, inter Corpora cœleſtia à multis olim numeratos, *Chaldæi*, rerum aſtronomicarum peritiſſimi, pro Stellis errantibus habuêre: quaſi ſemel ſingulis revolutionibus, in Orbium valde excentricorum partes infimas deſcendendo, ſe nobis per vices conſpiciendos exhiberent. Eoſdem poſtea, in regiones infra Lunam, neceſſariò detruſit iſta Orbium ſolidorum Hypotheſis; & his iiſdem viciſſim, per nuperas Aſtronomorum obſervationes, in Cœlos Lunâ ſuperiores reſtitutis, confracti ſunt illi Orbes, & ex æthere deturbati.

Principium motûs circularis in ſpatiis liberis.

Quibus vinculis Antiqui Planetas in ſpatiis liberis retineri, déque curſu rectilineo perpetuò retractos, in orbem regulariter agi docuêre, non conſtat. In hujus rei explicationem Orbes ſolidos excogitatos fuiſſe opinor. Philoſophi recentiores, aut Vortices eſſe volunt, ut KEPLERUS, & CARTESIUS; aut aliud aliquod, ſive impulſûs, ſive attractionis principium, ut BORELLUS, HOOKIUS, & ex noſtratibus alii. Ex motûs lege primâ certiſſimum eſt vim aliquam requiri. Nobis propoſitum eſt quantitatem, & proprietates ipſius eruere, atque effectus in Corporibus movendis inveſtigare mathematicè: proinde, ne ſpeciem ejus hypotheticè determinemus, diximus ipſam, generali nomine, centripetam, quæ tendit in Centrum aliquod; vel etiam, ſumpto nomine de Centro, circumſolarem, quæ tendit in Solem; circumterreſtrem, quæ in Terram; circumjovialem, quæ in Jovem; & ſic in ceteris.

Effectus virium centripetarum.

Viribus centripetis Planetas in orbibus certis retineri poſſe intelligetur ex motibus projectilium. Lapis projectus, urgente gravitate ſuâ, deflectitur de curſu rectilineo, & curvam Lineam in Aere deſcribendo, tandem cadit in Terram; ſi motu velociore projiciatur, pergit longiùs. Augendo velocitatem, fieri poſſet, ut arcum deſcri-

describeret milliaris unius, duorum, quinque, decem, centum, mille; ac tandem, ut, pergendo ultra terminos Terræ, non amplius in Terram caderet. Designent AFB superficiem Terræ, C Centrum ejus, & VD, VE, VF, Lineas curvas, quas projectile de Montis præalti Vertice V, secundum Lineas Horizonti parallelas, auctis cum velocitatis gradibus, successivè emissum describat. Et, ne Aeris resistentia, quâ motus cœlestes vix retardantur, in computum veniat, fingamus hunc omnem tolli, vel saltem nil resistere. Et eâdem ratione, quâ Corpus velocitate minore describit arcum minorem VD, & majore arcum majorem VE, & auctâ adhuc velocitate pergit longiùs ad F, & longiùs ad G, idem tandem, si augeatur semper velocitas, superabit totum Telluris ambitum, & redibit ad Montem, unde fuerat projectum. Cumque Area, quam, Radio ad Centrum Terræ ducto, describit, sit (per Prop. 1. lib. 1. *Princip. Math.*) proportionalis tempori, velocitas ejus in reditu ad Montem non minor erit, quàm sub initio: servatâ autem velocitate potest idem sæpius eâdem lege revolvi. Imaginemur jam Corpora de regionibus altioribus secundùm Lineas horizontales projici, puta, de locis milliaria quinque, decem, centum, mille, vel plura, totidemve Telluris semidiametros, altis; & pro variâ Corporum velocitate, & vi gravitatis in singulis regionibus exercitâ, describentur arcus, Telluri vel concentrici, vel variè excentrici; inque his trajectoriis pergent Corpora, ad modum Planetarum, Cœlos transcurrere.

TAB. I. Fig. 1.

Et quemadmodum, ex descensu lapidis demissi, demonstrativè colligitur eundem gravitare, neque minùs certum gravitatis indicium est perpetua illa projectorum deflexio in Terram: sic omnis omnium, in spatiis liberis, motorum Corporum de recto tramite deviatio, & perpetua in locum quemvis deflexio, certissimum est indicium vim aliquam extare, quâ Corpora undique in locum illum urgentur. Utque, ex concessâ gravitate, necesse est Corpora omnia in his Terris inferiora petere; atque adeò, vel rectâ cadere, si quiescentia demittantur, vel de recto tramite perpetuò deflectere in Terram, si projiciantur obliquè: ita, ex concessâ vi in Centrum quodcunque tendente, non minùs necessarium est omnia, in quæ vis illa exercetur,

Certitudo argumenti.

cetur, vel rectâ descendere ad Centrum illud; vel, si obliquè moveantur, perpetuò de recto tramite in Centrum vergere. Quâ autem ratione Vires ex Motibus, & Motus ex Viribus colligendi sunt, copiosè expositum est in Libris de Motu.

Vires centripetas ad singula Planetarum Centra tendere.

Tendere autem vires centripetas ad Corpora Solis, Telluris, & Planetarum, sic colligo. Gyratur Luna circa Terram nostram, Radiisque ad ipsius Centrum ductis, describit Areas temporibus proportionales quàm proximè. Id, ex velocitate Lunæ cum ipsius apparentibus Diametris collatâ, certissimum est: Diametro minore, quæ majorem arguit distantiam, tardior est motus; majore velocior. Motibus magis regularibus gyrantur Satellites Jovis circa Jovem, Circulos Jovi concentricos æquabili motu describentes, quoad sensum. Sic & comes Saturni circa hunc Planetam, motu satis circulari & æquabili, revolvitur, excentricitate vixdum animadversâ. Venerem, & Mercurium, circa Solem revolvi demonstratur ex eorum Phasibus Lunaribus: plenâ facie siti sunt ultra Solem, dimidiatâ è regione Solis, falcatâ cis Solem, per discum ejus nonnunquam transeuntes. Et Venus quidem orbem circularem Solique concentricum, uniformi motu describit quàm proximè. Mercurius autem, motu magis excentrico, ad Solem notabiliter accedit, & inde per vices recedit: sed velocior semper est, ubi Soli propior; quo fit, ut, Radio ad Solem ducto, describat Areas temporibus proportionales. Terram denique circa Solem, aut Solem circa Terram, Radio intercedente, Areas describere temporibus exactè proportionales demonstratur ex Solis Diametro apparente cum ipsius motu apparente collatâ. Hæc sunt experimenta astronomica: & ex his (per Libri primi Propositiones tres primas, & earum Corollaria) consequens est, quòd dentur Vires centripetæ, aut accuratè, aut sine errore notabili, ad Centra Terræ, Jovis, Saturni, & Solis, tendentes. In Mercurio, Venere, Marte, & Planetis minoribus, cum desint experimenta, valeat argumentum ex analogiâ.

Vires centripetas decrescere in duplica-

Ex Propositionis autem quartæ Corollario sexto consequitur, quòd hæ vires decrescunt in duplicatâ ratione distantiarum à Centro Planetæ cujusque. Nam tempora periodica Satellitum Jovis sunt

ſunt inter ſe in ſeſquiplicatâ proportione diſtantiarum à Centro hujus Planetæ. In his jam diu notata fuit hæc proportio; eamque tam accuratè obtinere, quàm ſit poſſibile ſenſibus diſcernere, ſignificavit mihi FLAMSTEDIUS noſter, has diſtantias micrometro, & per Satellitum Eclipſes, ſæpiùs menſus. Eaſdem, ante inventionem micrometri, GALILÆUS, pergendo ab intimo Satellite ad extimum, definivit eſſe ſemidiametrorum Jovis 6, 10, 16, 28, reſpectivè; SIMON MARIUS, 6, 10, 16, 26; CASSINUS, 5, 8, 13, 23; BORELLUS magis exactè, $5\frac{2}{3}$, $8\frac{2}{3}$, 14, $24\frac{2}{3}$. Et, poſt inventionem micrometri, TOUNLEIUS, 5,51. 8,78. 13,47. 24,72; FLAMSTEDIUS autem, 5,31. 8,85. 13,98. 24,23., & exactiùs per Eclipſes, 5,578. 8,876. 14,159. 24,903. Sunt autem Satellitum, ex obſervationibus *Flamſtedianis*, periodica tempora, $1^d. 18^h. 28'. 36''$; $3^d. 13^h. 17'. 54''$; $7^d. 3^h. 59'. 36''$; & $16^d. 18^h. 5'. 13''$: & ex his derivatæ diſtantiæ, ut numeri 5,578. 8,878. 14,168. 24,968., qui cum diſtantiis obſervatione collectis ſatis accuratè congruunt. In Planetis autem circumſolaribus, Mercurio & Venere, proportio illa obtinet accuratiſſimé, quarum hactenus dimenſiones orbitarum ex obſervationibus melioris notæ determinârunt Aſtronomi. *tâ ratione diſtantiarum à Planetarum centris.*

*Planetas ſuperiores Solem cingere, & radiis ad ipſum ductis, areas deſcribere temporibus proportionales.*

Martem quoque circa Solem revolvi demonſtratur ex ipſius phaſibus, & proportione diametrorum apparentium. Nam, ex phaſi plenâ prope conjunctionem Solis, & gibboſâ in quadraturis, certum eſt quòd is Solem ambit: &, cùm diameter ejus quaſi quintuplò major appareat in oppoſitione Solis, quàm in conjunctione, & diſtantia ejus à Terrâ ſit reciprocè ut diameter apparens, erit diſtantia illa quintuplò minor circiter in oppoſitione quàm in conjunctione; at Martis à Sole eadem circiter erit diſtantia, in utroque caſu, cum diſtantiâ ejus in quadraturis, quæ ex phaſi gibboſâ colligitur. Utque Solem æquabili ferè diſtantiâ, Terram valdè inæquabili, cingit: ſic etiam, radio ad Solem ducto, deſcribit aream ſatis uniformiter; at, radio ad Terram ducto, nunc velox eſt, nunc ſtationarius, nunc retrogradus. Jovem Marte ſuperiorem eſſe, & motu quoque, quoad diſtantiam & areæ deſcriptionem, ſatis æquabili, Solem circuire, ſic colligo. In literis ad me datis ſcripſit

*Cl.* FLAMSTEDIUS, omnes intimi Satellitis, quas noverat, hactenus accuratè observatas Eclipses cum theoriâ suâ absque errore duorum in tempore scrupulorum primorum congruere; extimum non multò magis errare, penextimum vix triplò magis, penintimum verò multò magis, sed minùs tamen à computationibus suis dissidere, quàm solet Luna à Tabulis vulgaribus: Se verò per solos Satellitum motus medios, & æquationem lucis à ROMERO inventam, Eclipses computare. Ponamus igitur theoriam à motu Satellitis intimi hactenus observato minùs dissidere, quàm errore duorum scrupulorum primorum: & erit, ut Periodus integra dierum 16. $18^{hor.}$ 5′. 13″, ad tempus 2′, ita circulus integer graduum 360, ad arcum 1′. 48″. Proinde error computi *Flamstediani*, ad orbitam Satellitis reductus, minor erit quàm 1′, 48″, id est, longitudo Satellitis è centro Jovis spectati determinabitur absque errore 1′. 48″. At longitudo illa, ubi Satelles in medio umbræ versatur, eadem est cum Jovis longitudine heliocentricâ; & propterea Hypothesis, quam FLAMSTEDIUS sequitur, nempe *Keplero-Copernicæa* à se nuper (quoad motum Jovis) correcta, longitudinem illam rectè exhibet absque errore 1′. 48″. Hâc longitudine, & notissimâ semper longitudine geocentricâ, determinatur distantia Jovis à Sole: quæ proinde ea ipsa est, quam exhibet ista Hypothesis. Namque, maximus ille in longitudine heliocentricâ error 1′. 48″, insensibilis ferè est, & planè contemnendus; sed & ex Satellitis ignotâ excentricitate oriri potest. Longitudine autem & distantiâ rectè definitis, necesse est, ut Jupiter, radio ad Solem ducto, describat areas eâ lege quam Hypothesis requirit, & propterea tempori proportionales. Idem de Saturno ex hujus asseclâ, per observationes HUGENII & HALLEII, colligere licebit; quanquam observationum series diuturnior, in rei confirmationem & calculum satis accuratum, desideretur.

Vim, quâ Planetæ superiores reguntur non dirigi ad Terram. Ean-

Jupiter igitur, siquis hunc spectaret à Sole, nunquam appareret retrogradus, nunquam stationarius, ut ex Terrâ cernitur, sed motu satis uniformi semper progrederetur. Ex motûs apparentis geocentrici inæqualitate summâ colligitur (per Propositionis tertiæ Corollarium quartum), quòd vis illa, quâ Jupiter deflectere cogitur

gitur de motu rectilineo, & in orbem revolvitur, non dirigitur ad centrum Terræ. Et idem valet argumentum in Marte, & Saturno. Quærendum est (per Prop. II, & III. & hujus Corollaria) aliud harum virium centrum, circùm quod, radiis intercedentibus, æquabilis fit arearum descriptio: & hoc esse Solem jam probatum est, in Marte quidem & Saturno præterpropter, in Jove verò abundé satis accuratè. Fingere licet Solem & Planetas vi quâvis aliâ æqualiter & secundùm lineas parallelas urgeri. Verùm tali vi (per Legum Coroll. 6.) non mutabitur situs Planetarum inter se, nullus producetur effectus sensibilis; nos autem agimus de causis effectuum sensibilium. Rejiciatur igitur hujusmodi vis omnis, ut precaria, & ad Cœlorum phænomena nil spectans; & vis omnis reliqua, quâ Stella Jovis urgetur, tendet (per Propositionis tertiæ Corollarium primum) ad centrum Solis.

dem dirigi ad Solem.

Distantiæ Planetarum à Sole eædem prodeunt, sive Terram cum TYCHONE, sive Solem cum COPERNICO, collocemus in centro Systematis: & veras esse has distantias jam probavimus in Jove. In his definiendis KEPLERUS & BULLIALDUS apprimè navârunt operam: unde & cum Cœlis meliùs concordant ipsorum Tabulæ. Sunt autem harum distantiarum cubi in omnibus Planetis, in Jove, inquam, & Marte, Saturno & Tellure, æquè ac in Venere & Mercurio, ut quadrata temporum periodicorum, & propterea (per Corol. 6. Prop. IV.) vis centripeta circumsolaris decrescit per universa Planetarum Cœla in duplicatâ ratione distantiarum à Sole. In examinandâ hacce proportione sumendæ sunt distantiæ mediocres, sive orbium semiaxes transversi (per Prop. XV.), & negligendæ minutiæ, quæ, in definiendis orbibus, ex insensibilibus observationum erroribus oriri potuerint, quæve causis pôst assignandis tribuendæ sunt. Sic incidetur semper in proportionem præfinitam exactè. Nam, cum distantiæ Saturni, Jovis, Martis, Terræ, Veneris & Mercurii, à Sole, ex observationibus Astronomicis collectæ, sint inter se, juxta computum KEPLERI, ut numeri 951000, 519650, 152350, 100000, 72400, 38806; juxtaque computum BULLIALDI, ut numeri 954198, 522520, 152350, 100000, 72398,

Vim circumsolarem per omnes Planetarum regiones decrescere, in duplicatâ ratione distantiarum à Sole.

38585; eædem ex temporibus periodicis collectæ, sunt ut numeri 953806, 520116, 152399, 100000, 72333, 38710. Distantiæ KEPLERI & BULLIALDI vix differunt sensibiliter, &, ubi maximè differunt, claudunt inter se distantias ex temporibus periodicis collectas.

Vim circumterrestrem decrescere in duplicatâ ratione distantiarum à Terrâ. Probatur ex hypothesi quòd Terra quiescit.

In duplicatâ itidem distantiarum proportione vim circumterrestrem decrescere sic colligo. Lunæ distantia mediocris à centro Terræ est semidiametrorum terrestrium, secundùm PTOLEMÆUM, KEPLERUM in Ephemeridibus, BULLIALDUM, HEVELIUM, & RICCIOLUM, 59; secundùm FLAMSTEDIUM $59\frac{1}{3}$; secundùm VENDELINUM, 60; secundùm COPERNICUM, $60\frac{1}{3}$; secundùm KIRCHERUM, $62\frac{1}{2}$; secundùm TYCHONEM, $56\frac{1}{2}$: verùm TYCHO, & quotquot ejus tabulas refractionum sequuntur, constituendo refractiones Solis & Lunæ, omninò contra naturam Lucis, majores quàm Fixarum, idque scrupulis quasi quatuor, vel quinque, auxerunt parallaxin Lunæ scrupulis totidem, hoc est, quasi duodecimâ, vel decimâ quintâ parte totius parallaxeos. Corrigatur iste error, & distantia evadet quasi 61 semidiametrorum terrestrium, ferè ut ab aliis assignatum est. Assumamus distantiam mediocrem sexaginta semidiametrorum; & lunarem periodum, respectu Fixarum, compleri diebus 27, horis 7, minutis primis 43, uti ab Astronomis definitum est: & (per Corollarium sextum Propositionis quartæ) corpus, revolvendo in aere nostro juxta superficiem Terræ quiescentis, vi centripetâ, quæ esset ad vim eandem in distantiâ Lunæ, in duplicatâ ratione distantiarum à centro Terræ reciprocè, hoc est, ut 3600 ad 1, revolutionem, sublatâ aeris resistentiâ, compleret horâ 1, minutis primis 24, secundis 27. Pone ambitum Terræ esse pedum *Parisiensium* 123249600, uti à *Gallis* mensurantibus nuper definitum est: & corpus idem, sublato motu suo circulari, & urgente eâdem vi centripetâ ac priùs, describeret, cadendo, pedes *Parisienses* $15\frac{1}{12}$ tempore minuti unius secundi. Colligitur hoc ex calculo (per Propositionem XXXVI.) inito, & congruit cum experientiâ. Nam, factis pendulorum experimentis, & computo inde inito, demonstravit HUGENIUS, quòd cor-

corpora omni illâ cujuscunque generis vi centripetâ, quâ juxta superficiem Terræ urgentur, descendentia, describunt, tempore minuti unius secundi, pedes *Parisienses* $15\frac{1}{12}$.

Quod si motus concedatur Terræ, gyretur hæc & Luna (per Legum Coroll. 4, & Prop. LVII.) circa commune gravitatis centrum. Et Luna (per Prop. LX.) eodem tempore periodico dierum 27, hor. 7, 43′, vi eâdem circumterrestri diminutâ in duplicatâ ratione distantiæ, revolvetur in orbitâ, cujus semidiameter est ad semidiametrum prioris, hoc est, ad 60 semidiametros terrestres, ut summa corporum Terræ & Lunæ, ad primam duarum mediè proportionalium inter hanc summam & corpus Terræ: hoc est, si ponamus Lunam, ob mediocrem suam diametrum apparentem $31'\frac{1}{2}$, esse quasi quadragesimam secundam partem Terræ, ut 43 ad $\sqrt[3]{42 \times \overline{43}^2}$; sive ut 128 ad 127 circiter: ideòque semidiameter hujus orbitæ, hoc est, distantia inter centra Lunæ & Terræ, jam erit $60\frac{1}{2}$ semidiametrorum terrestrium, ferè ut assignavit COPERNICUS, non abludentibus observationibus TYCHONICIS. In hâc distantiâ valet igitur duplicata illa proportio decrementi virium. Augmentum orbitæ ab actione Solis oriundum, ut planè contemnendum neglexi: eo subducto, relinquetur vera distantia quasi $60\frac{4}{9}$ semidiametrorum terrestrium.

*Probatur ex Hypothesi quòd Terra movetur.*

Confirmatur præterea hæc ratio decrementi virium ex Planetarum excentricitate; & Apsidum tardissimo motu. Nam (per Corollaria Prop. XLV.) manifestum est, quòd nullâ aliâ ratione possint Planetæ omnes circumsolares, singulis revolutionibus, semel ad minimam à Sole distantiam descendere, & semel ad maximam ascendere, atque loca harum distantiarum manere immobilia. Parvus error in ratione duplicatâ efficeret motum Apsidum in singulis revolutionibus notabilem, in pluribus enormem. At motus ille in orbibus Planetarum circumsolarium vixdum, post innumeras revolutiones, sensibilis extitit. Astronomorum aliqui motum omnem negant; ceteri non majorem statuunt, quàm qui ex causis pòst assignandis facilè oriri possit, quique in quæstione, de

*Decrementum in duplicatâ ratione distantiarum à Terrâ & Planetis, probatur ex Planetarum excentricitate & Apsidum motu tardissimo.*

de quâ agitur, nullius est momenti. Sed & motus longè major Aphelii lunaris, qui singulis revolutionibus est graduum trium, contemni potest. Hoc motu demonstratur vim circumterrestrem decrescere in ratione distantiæ non minori quàm duplicatâ, & longè minori quàm triplicatâ: nam, si ratio duplicata mutetur gradatim in triplicatam, augebitur motus Aphelii in infinitum, adeòque mutatione perexiguâ superabit motum Aphelii Lunaris. Oritur motus ille tardissimus ex actione vis circumsolaris, ut posthac dicetur. Tollendo hanc causam, quiescet Apogæum Lunæ, & pervenietur ad proportionem duplicatam.

Quantitas virium tendentium ad singulos Planetas. Ingens vis circumsolaris.

Stabilitâ hâc proportione, conferre jam licet Planetarum vires inter se. In mediocri distantiâ Jovis à Terrâ elongatio maxima Satellitis extimi à centro Jovis, ex observationibus FLAMSTEDII, est 8′. 13″. adeòque distantia Satellitis à centro Jovis, ad mediocrem distantiam Jovis à centro Solis, ut 124 ad 52012; ad mediocrem verò distantiam Veneris à centro Solis, ut 124 ad 7234. Sunt autem eorum tempora periodica $16\frac{3}{4}$ dierum, & $224\frac{2}{3}$ dierum. Et inde (per Corollarium secundum Propositionis quartæ), dividendo distantias per quadrata temporum, deducitur, vim, quâ Satelles urgetur in Jovem, esse ad vim, quâ Venus urgetur in Solem, ut 442 ad 143: & minuendo vim, quâ Satelles urgetur, in duplicatâ ratione distantiæ 124 ad 7234, prodibit vis circumjovialis in distantiâ Veneris à Sole, ad vim circumsolarem, quâ Venus urgetur, ut $\frac{13}{100}$ ad 143, seu 1 ad 1100. Proinde, ad æquales distantias, vis circumsolaris 1100 vicibus major est, quàm vis circumjovialis. Simili computo ex Satellitis Saturnii tempore periodico dierum 15, horarum $22\frac{2}{3}$, & maximâ ipsius, à Saturno mediocriter à nobis distante, elongatione 3′. 20″. colligo distantiam hujus Satellitis à centro Saturni esse ad distantiam Veneris à Sole, ut $92\frac{2}{5}$ ad 7234; & inde vim absolutam circumsolarem majorem esse, quàm vis absoluta circumsaturnia, vicibus 2360.

Exigua vis circumterrestris.

Ex regulari Veneris, Jovis, & aliorum Planetarum heliocentrico motu, & irregulari geocentrico manifestum est (per Coroll.

roll. 4 Prop. III.), quòd vis circumterrestris collata cum vi circumsolari sit perquàm exigua. Parallaxin Solis, ex Dichotomiâ Lunæ Telescopiis notatâ, RICCIOLUS & VENDELINUS seorsim determinare conati sunt, eamque constituêre non majorem dimidio minuti unius primi. KEPLERUS parallaxin Martis Achronici, quæ multò major est, tam TYCHONICIS, quàm propriis observationibus, insensibilem reperit. FLAMSTEDIUS eandem micrometro aggressus, idque in perigæo Martis, nunquam reperit majorem viginti quinque minutis secundis, & inde concludit parallaxin Solis esse, summum, decem minutorum secundorum. Unde consequens est, quòd distantia Lunæ à Terrâ non habet majorem rationem ad distantiam Terræ à Sole, quàm 29 ad 10000; neque majorem ad distantiam Veneris à Sole, quàm 29 ad 7233. Inde,& ex temporibus periodicis, methodo jam expositâ, deducetur, quòd vis absoluta circumsolaris sit major quàm vis absoluta circumterrestris, vicibus 229400, ad minimum. Quòd si constaret tantùm, ex observationibus RICCIOLI & VENDELINI, parallaxin esse minorem dimidio minuto primo, tamen inde sequeretur vim absolutam circumsolarem superare vim circumterrestrem vicibus 8500.

Planetarum diametri apparentes.

Similibus computis incidi in analogiam inter vires & corpora Planetarum: sed antequàm hanc expono, definiendæ sunt Planetarum apparentes diametri in mediocribus distantiis eorum à Terrâ. Diametrum Jovis FLAMSTEDIUS micrometro mensus est 40 vel 41″, eamque annuli Saturni 50″, & Solis quasi 32′. 13″. Diameter corporis Saturnii est ad diametrum annuli, juxta HUGENIUM & HALLEIUM, ut 4 ad 9, juxta GALLETIUM ut 4 ad 10, juxta HOOKIUM (telescopio pedum sexaginta usum) ut 5 ad 12. Ex ratione mediocri 5 ad 12 colligitur diameter corporis quasi 21″.

Correctio diametrorum apparentium.

Et hæ sunt magnitudines apparentes. Verùm puncta omnia lucida, per inæqualem Lucis refrangibilitatem, dilatantur in telescopiis, occupantque in foco vitri objectivi spatium circulare latitudine quasi quinquagesimæ partis aperturæ vitri: ita tamen ut Lux in circuitu rarissima vix, aut ne vix quidem, sentiatur, in medio

dio verò, ubi constipatior est sensumque satis ferit, lucidum constituat circellum, cujus latitudo pro splendore puncti lucentis varia sit, ac tertiam, circiter, quartamve, aut quintam ferè partem latitudinis totius, ut plurimum, adæquet. Designet ABD circulum Lucis totius; PQ circellum Luce satis conspicuâ clarentem; C centrum utriusque; CA, CB, semidiametros circuli majoris rectum continentes angulum C; ACBE quadratum his diametris comprehensum; AB diagonalem ejus; EGH Hyperbolam centro C, asymptotis CA, CB, descriptam; PG perpendiculum, ad ipsius BC punctum quodvis P, erectum & occurrens Hyperbolæ in G, rectisque AB, AE in K & F: & Lucis densitas in loco quovis P erit, ex computo meo, ut longitudo FG, adeòque in centro infinita, prope circumferentiam quàm minima: Lux autem tota intra circellum PQ, est ad totam extra, ut area quadrilatera CAKP ad triangulum PKB. Ibi concipe circellum PQ terminari, ubi Lucis densitas FG minor esse incipit, quàm quæ sensui movendo sufficit. Et hinc est, quòd ignis trium pedum latitudinis in distantiâ 191382 pedum per telescopium tripedalem apparuit PICARTO, quasi 8″ latus, qui solùm 3″. 14‴. latus apparere debuisset. Hinc est, quòd Fixarum lucidiores per telescopia apparent latæ 5″. vel 6″; Idque Luce satis plenâ, Luce autem debiliore latiùs excurrunt. Hinc est, quòd HEVELIUS, minuendo aperturam telescopii, sustulit benè magnam partem Lucis in circuitu, effecitque, ut discus Stellæ distinctiùs circinaretur, & minor evaderet, verùmtamen etiamnum latus appareret 5″, vel 6″: HUGENIUS autem, vitris juxta oculum fuligine leviter infectis, lucem undique erraticam adeò extinxit, ut Stellæ, punctorum instar, sensibili omni latitudine privatæ viderentur. Hinc est, quòd HUGENIUS latitudine obstaculi, quod lucem omnem interciperet, majores exhibuit Planetarum diametros, quàm ab aliis Micrometro definitum est: nam lux erratica, tecto Planetâ, latiùs cernitur, radiis fortioribus non ampliùs obscurata. Hinc denique est, quòd Planetæ in Sole tam graciles appareant, luce dilatatâ attenuati. Neque enim Mercurius HEVELIO, GALLETIO, & HALLEIO, superavit 12″, vel 15″, & Venus CRABRIO solùm

TAB. I. Fig. 2.

solùm 1'. 3'', HORROXIO 1'. 12'', occupare visa est, quæ tamen, juxta mensuras HEVELII & HUGENII extra discum Solis captas, implere debuisset 84'', ad minimum. Sic & Lunæ Diameter apparens, quæ anno 1684 paucis diebus ante & post eclipsin Solis mensurata fuit in Observatorio *Parisiensi* 31'. 30'', in ipsâ eclipsi non superabat 30', vel 30'. 5''. Igitur Diametri Planetarum extra Solem minuendæ sunt, & intra augendæ minutis aliquot secundis. At in mensuris micrometro captis errores videntur esse solito minores. Semidiametrum Jovis, ex umbræ diametro per Eclipses Satellitum inventâ, FLAMSTEDIUS determinavit esse ad elongationem maximam Satellitis extimi, ut 1 ad 24,903. Unde, cùm elongatio illa sit 8'. 13'', Diameter Jovis erit $39\frac{1}{2}$. Igitur Diameter Micrometro inventa 40'', vel 41'', rejiciendo lucem erraticam, reducitur ad $39\frac{1}{2}$''. Et simili correctione minuenda est Saturni Diameter 21'', & statuenda 20'', vel paulò minor. At Solis Diameter, ob lucem fortiorem, paulò magis, ni fallor, minuenda est, & statuenda quasi 32', vel 32'. 6''.

Corpora magnitudinis tam diversæ ad analogiam cum viribus tam prope accedere, mysterio certè non caret. Possibile est ut Planetæ ulteriores, defectu caloris, careant substantiis illis metallicis & mineris ponderosis, quibus Terra referta est: utque corpora Veneris & Mercurii majore Solis calore, magis concocta & coagulata sint. Experimento speculi ustorii constat calorem augeri cum densitate lucis: hæc autem augetur in duplicatâ ratione accessûs ad Solem. Inde colligitur calorem Solis ad Mercurium septuplo majorem esse, quàm apud nos tempore æstivo; tanto autem calore aqua ebullit, & graves illi Vitrioli & Mercurii Spiritus leniter exhalant, ut Thermometro expertus sum: proinde nulli apud Mercurium consistunt liquores nisi graviores, qui magnum sustinent calorem, & ex quibus substantiæ densissimæ nascuntur. Quidni si Deus corpora singula, calore temperiei conveniente alenda, in totidem à Sole distantiis locaverit; sintque adeò densiora semper, quæ Soli propriora: eâ ratione constabit optimè pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires. Pervelim verò Diametros Planetarum definiri exactiùs. Id fiet, si Lampas ad magnam

**Cur Planetæ sint aliqui magis, alii minùs densi, sintque vires ut quantitas materiæ in singulis.**

magnam aliquam distantiam luceat per foramen circulare, & minuatur tum foramen tum lux Lampadis, usque eò ut spectrum per Telescopium appareat instar Planetæ, & iisdem mensuris definiatur. Tum latitudo foraminis erit ad sui ipsius distantiam à vitro objectivo, ut vera Planetæ Diameter ad ipsius distantiam à nobis. Diminui potest lux Lampadis interpositione pannorum, aut vitri infecti fuligine.

Alia virium & corporum analogia. Probatur in cœlestibus.

Analogiæ jam descriptæ affinis est altera inter vires & attracta corpora. Quoniam actio vis centripetæ in Planetas decrescit in duplicatâ ratione distantiæ, & tempus periodicum augetur in ratione sesquiplicatâ; manifestum est quòd in æqualium Planetarum æqualibus à Sole distantiis, æquales forent actiones, & æqualia tempora periodica: quòdque in æqualibus inæqualium distantiis, actiones collectitiæ forent ut Planetarum corpora. Namque actiones, quæ non essent ut corpora movenda, non possent corpora illa æqualiter retrahere de tangentibus orbitarum, & efficere ut revolutiones, æqualibus temporibus, in Orbitis item æqualibus complerentur. Sed nec motus Satellitum Jovis tam regulares esse possent, nisi vis circumsolaris æqualiter in Jovem & Satellites omnes, pro ratione ponderum, exerceretur. Estque eadem ratio Saturni & Satellitis ipsius; ut & Terræ & Lunæ nostræ, uti (ex Coroll. 2. & 3. Prop. LXV.) manifestum est. Paribus igitur distantiis æqualis est actio vis centripetæ in omnes Planetas, pro ratione corporum, seu quantitate materiæ in corporibus; atque adeò in omnes etiam ejusdem quantitatis particulas ex quibus Planetæ componuntur. Nam si actio major esset in particulas unius generis, minor in illas alterius, quàm pro ratione quantitatis materiæ, foret etiam actio major vel minor in Planetas, non solùm pro ratione quantitatis, sed etiam pro genere materiæ, quæ in uno copiosiùs, in alio parciùs, reperiretur.

Probatur in terrestribus.

Analogiam certè in corporibus diversorum generum, quæ in Terrâ nostrâ extant, tentavi quàm accuratissimè. Actio vis circumterrestris, corporibus movendis proportionalis, movebit eadem æqualibus temporibus, æquali cùm velocitate (per Motûs Leg. 2.) facietque tum omnia demissa, temporibus æqualibus per æqualia,

spatia

ſpatia deſcendere; tum omnia filis æqualibus ſuſpenſa, æqualibus temporibus oſcillari. Actione majore minora erunt tempora, minore majora. Deſcenſus autem corporum omnium (demptâ ſaltem aëris perexiguâ reſiſtentiâ) æqualibus temporibus fieri jamdudum obſervarunt alii: & exactiſſimè notare licet æqualitatem temporum in pendulis. Rem tentavi in auro, argento, plumbo, vitro, arenâ, ſale communi, ligno, aquâ, tritico. Comparabam pixides duas ligneas æquales: unam implebam ligno, & idem auri pondus ſuſpendebam (quàm potui exactè) in alteriùs centro oſcillationis. Æqualibus, pedum undecim, filis pendentes pixides conſtituebant pendula; quoad pondus, figuram & aëris reſiſtentiam omninò paria: & paribus oſcillationibus juxta poſitæ ibant unà & redibant diutiſſimè. Proinde copia materiæ in auro erat ad copiam materiæ in ligno, ut vis motricis actio in totum aurum ad actionem ejus in totum lignum; hoc eſt, ut pondus ad pondus: & ſic in ceteris. In corporibus ejuſdem ponderis differentia materiæ, quæ vel minor eſſet quàm pars milleſima materiæ totius, his experimentis manifeſtò deprehendi potuiſſet.

Analogiarum conſenſus.

Cùm autem actio vis centripetæ in corpus attractum, paribus diſtantiis, proportionalis ſit materiæ in hoc corpore; rationi etiam conſentaneum eſt, ut ſit etiam proportionalis materiæ in corpore trahente. Etenim actio mutua eſt, facitque corpora conatu mutuo (per Motûs Legem 3.) accedere ad invicem, & proinde ſibi ipſi conformis eſſe debet in corpore utroque. Conſiderari poteſt Corpus unum ut attrahens, alterum ut attractum, ſed hæc diſtinctio magis Mathematica eſt quàm naturalis. Attractio reverà eſt corporis utriuſque in utrumque, atque adeò ejuſdem generis in utroque.

Et coincidentia.

Et hinc eſt quòd vis attractiva reperiatur in utroque. Sol trahit Jovem & ceteros Planetas, Jupiter trahit Satellites; & paritate rationis, Satellites agunt in ſe invicem & in Jovem, & Planetæ omnes in ſe mutuò. Et quamvis binorum Planetarum actiones in ſe mutuò diſtingui poſſint ab invicem, & ut actiones binæ, quibus uterque trahit alterum, conſiderari: tamen quatenus intermediæ ſunt, non ſunt binæ, ſed operatio ſimplex inter binos

terminos. Contractione funiculi unius intercedentis possunt bina corpora ad invicem trahi. Causa actionis gemina est, nimirum dispositio utriusque corporis; actio item gemina, quatenùs in bina corpora: at, quatenus inter bina corpora, simplex est & unica. Non est una operatio quâ Sol v. g. trahit Jovem, & alia operatio quâ Jupiter trahit Solem, sed una operatio quâ Sol & Jupiter conantur ad invicem accedere. Actione quâ Sol trahit Jovem, conantur Jupiter & Sol ad se mutuò accedere (per Motûs Leg. 3.) &, & actione quâ Jupiter trahit Solem, conantur etiam Jupiter & Sol ad se mutuo accedere: Sol autem non attrahitur actione duplici in Jovem, neque Jupiter actione duplici in Solem, sed una est actio intermedia quâ ambo accedunt ad se mutuò. Ferrum trahit magnetem æquè ac magnes ferrum; nam ferrum omne in viciniâ magnetis trahit etiam aliud ferrum. At actio inter magnetem & ferrum simplex est, & à Philosophis consideratur ut simplex: Operatio ferri in magnetem ipsa est magnetis operatio seipsum inter & ferrum, quâ ambo conantur accedere ad se mutuò. Id ex eo manifestum est, quòd sublato magnete cessat propè vis tota ferri. Ad hunc modum concipe simplicem exerceri inter binos Planetas ab utriusque conspirante naturâ oriundam operationem; & hæc eodem modo se habebit ad utrumque: adeò proportionalis existens materiæ in uno eorum, proportionalis erit materiæ in altero.

Insensibiles esse corporum parvorum vires.

Dicet fortè quis, corpora omnia hac lege se mutuò trahere debere, contra experientiam in terrestribus. Sed respondeo, quòd experientia in terrestribus planè nulla est. Sphærarum homogenearum attractiones juxta superficies earum sunt (per Prop. LXXII.) ut Diametri: Unde Sphæra, Terræ homogenea, diametroque pedis unius descripta, minùs trahet corpusculum juxta superficiem suam, quàm Terra juxta suam, vicibus 20000000 circiter: & vis tantilla nullos edet sensibiles effectus. Hujusmodi globi duo, quartâ tantùm digiti parte ab invicem distantes, in spatiis liberis, haud minori quam mensis unius intervallo, vi mutuæ attractionis accederent, ad invicem. Globorum minorum coitus esset tardior in ratione diametrorum. Sed nec montes toti suffecerint ad sensibiles

sibiles effectus: Ad radices montis hemisphærici alti tria milliaria & lati sex, pendulum vi montis attractum non deviabit scrupulis duobus primis à perpendiculo. Vires hasce in solis Planetarum ingentibus corporibus intueri licet; nisi fortè de minoribus disputemus in hunc modum.

Designet ABCD globum Telluris, sectum plano quovis AC, in partes duas ACB, ACD. Pars ACB, incumbendo in partem ACD, premit ipsam toto suo pondere. Nec potest pars ACD hanc pressionem sustinere & immota persistere, nisi æquali conatu in contrarium. Partes igitur ponderibus suis se mutuò æqualiter urgent, id est, trahuntur in se mutuò æqualiter, ut Lex tertia requirit: adeoque distractæ ab invicem & dimissæ caderent in se mutuò, cum velocitatibus quæ essent reciprocè ut corpora. Quæ omnia in magnete experiri & intueri licet. Designet jam ACB corpus aliquod exiguum in superficie Terræ: & quoniam particulæ hujus & Terræ reliquæ ACD attractiones in se mutuò sunt æquales, attractio autem particulæ in Terram (nimirum pondus ejus) est ut materia particulæ, uti experimento penduli probatum est; erit etiam attractio Terræ in particulam ut materia particulæ: adeoque corporum omnium terrestrium vires attractivæ, ut quantitas materiæ in singulis.

Tendere tamen vires ad corpora omnia terrestria proportionales quantitati materiæ.

TAB. I. Fig. 3.

Vires autem, quæ sunt ut materia in omnium formarum corporibus terrestribus, atque adeò non mutantur cum formis, reperiri debent in corporibus universis, tam cœlestibus, quàm terrestribus; & in omnibus esse proportionales materiæ: eò quòd hæc omnia, non genere substantiæ, sed formis & modificationibus solummodo, differunt. Id verò sic etiam probatur in cœlestibus. Constitit actionem vis circumsolaris in omnes Planetas (ad æqualitatem distantiarum reductos) esse ut materia in Planetis: Idem similiter constat de actione vis circumjovialis in Satellites Jovis; & par est ratio attractionis omnium Planetarum in unumquemque. Inde verò sequitur (per Prop. LXIX.) quòd eorum vires attractivæ sunt ut materia in singulis.

Probatur easdem vires in corpora cœlestia tendere.

Igitur ut partes Terræ se mutuò trahunt, sic etiam faciunt partes Planetarum. Si Jupiter & Satellites ejus coirent, & in unum

Decrescere vires à Planeta-

rum superficiebus extrorsum in duplicatâ ratione, introrsum in ratione distantiarum à centris.

unum formarentur globum, pergerent singuli proculdubio se mutuò trahere ut priùs; & vice versâ, si corpus Jovis resolveretur in globos plures, credendum est quòd hi non minùs traherent se mutuò quàm trahunt Satellites. His attractionibus fit ut corpora Telluris & omnium Planetarum sphæricam affectent figuram, utque partes eorum cohæreant & non spargantur per æthera. Oriri verò has vires ex universali naturâ materiæ jam constitit, & propterea ex particularum viribus componi vim globi totius. Inde verò consequens est (per Coroll. 3. Prop. LXXIV.) quòd vis particulæ cujusque decrescit in duplicatâ ratione distantiæ ab eâdem particulâ; & (per Prop. LXXIII. & LXXV.) quòd vis globi totius decrescit à superficie suâ extrorsum in duplicatâ ratione, & introrsum in ratione simplici distantiarum à centro, si modo globus ex uniformi materiâ constat: & quamvis globi in progressu à centro ad circumferentiam non sint uniformes, valebit tamen decrementum in ratione duplicatâ distantiæ extrorsum (per Prop. LXXVI.) si modô similis sit inæquabilitas undique in progressu per circuitum: & hujusmodi globi duo (per eandem Propositionem) se mutuò trahent, vi decrescente in duplicatâ ratione distantiæ inter centra.

Quantitates virium & motuum inde oriundorum in singulis casibus.

Est igitur globi cujusque vis absoluta ut quantitas materiæ in ipso. Vis autem motrix, quâ globus unusquisque trahitur in alterum, quamque vulgus in terrestribus per vocem ponderis designat, est ut contentum sub quantitatibus materiæ in globis duobus applicatum ad quadratum distantiæ inter centra (per Coroll. 4. Prop. LXXVI.) & huic vi proportionalis est quantitas motus, quâ globus uterque dato tempore movebitur in alterum; vis autem acceleratrix, quâ globus unusquisque pro ratione materiæ suæ attrahitur in alterum, est ut quantitas materiæ in globo altero applicata ad quadratum distantiæ inter centra (per Coroll. 2. Prop. LXXVI.) & huic vi proportionalis est velocitas, quâ globus attractus dato tempore movebitur in alterum. Quibus probè intellectis, jam facile fuerit determinare motus corporum cœlestium inter se.

Colla-

Planetas omnes circa Solem revolvi.

Collatis Planetarum viribus, vidimus circumsolarem ceteris majorem esse mille vicibus & ampliùs. Urgente autem vi tantâ necesse est, ut corpora omnia intra spatium Systematis Planetarum, & longè ultra, rectà descendant in Solem; nisi aliò moveantur. Neque Terra de numero talium corporum excludenda est. Luna certè de genere Planetarum est, & iisdem attractionibus obnoxia cum ceteris Planetis: nam & vi circumterrestri retinetur in orbe suo. Terram verò & Lunam æqualiter trahi in Solem probavimus suprà: sed & corpora omnia communibus attractionum legibus obnoxia esse jam antè probavimus. Quanto autem tempore corpus unumquodque motu circumsolari privatum descenderet, & cadendo perveniret usque ad Solem, innotescit (per Prop. XXXVI.) ex distantiâ ejus à Sole: Nimirum dimidio temporis periodici, quo corpus ad distantiam duplo minorem revolvi posset; sive tempore quod est ad tempus periodicum Planetæ, ut 1 ad $4\sqrt{2}$. Ut, quòd Venus cadendo perveniret ad Solem, spatio dierum quadraginta; Jupiter spatio annorum duorum & mensis unius; Terra & Luna spatio dierum 66 & horarum 19. Quod cùm non accidit, necesse est ut hæc corpora moveantur aliorsum: nec sufficit motus quilibet; ad impediendum descensum requiritur velocitas satis magna. Et inde valet etiam argumentum in Planetis tardescentibus. Nisi vis circumsolaris decrescat in duplicatâ ratione tarditatis, excessus ejus efficiet ut corpora descendant in Solem: verbi gratiâ, si motus (ceteris paribus) fiat duplo tardior, Planeta parte quartâ vis circumsolaris prioris retinebitur in orbitâ suâ, & excessu cæterarum trium partium quartarum descendet in Solem. Proinde Planetæ, Saturnus, Jupiter, Mars, Venus, & Mercurius, non retardantur verè in Perigæis, neque fiunt verè stationarii, & lento motu retrogradi. Ista omnia sunt apparentia tantum: & motus absoluti, quibus Planetæ perseverant in orbitis suis, sunt semper directi, & æquabiles quamproximè. Tales autem motus circa Solem peragi probavimus, & propterea Sol ut centrum absolutorum motuum quiescit: nam Terræ quies omnino denegandа est, ne Planetæ in Perigæis verè tardescant, & fiant verè stationarii lentèque retrogra-

trogradi; & sic defectu motûs descendant in Solem. Porrò quoniam Planetæ, Venus, Mars, Jupiter, ceterique, radiis ad Solem ductis, describunt orbes regulares, areasque temporibus (uti ostensum est) quoad sensum proportionales: consequens est (per Prop. III, & Coroll. 3, Prop. LXV.) quòd Sol nullâ vi notabili urgetur, nisi quâ Planetæ omnes æqualiter, pro corporum quantitatibus, & secundùm lineas parallelas, urgentur; adeòque Systema totum transfertur in directum. Rejiciatur translatio illa Systematis totius, & Sol propemodum quiescet in ipsius centro. Si Sol revolveretur circa Terram, & Planetas reliquos circum se deferret, deberet Terra Solem trahere vi magnâ; Planetas autem circumsolares vi nullâ sensibilem effectum habente, (omnino contra Coroll. 3, Prop. LXV.) Adde, quòd si Terra, ob gravitatem partium, in infimâ mundi regione à plerisque hactenus locata fuit: jam Sol potiori jure, ob vim suam centripetam mille vicibus & ampliùs gravitate terrestri majorem, in locum infimum detrudi debebit, centrumque Systematis constitui. Vera autem Systematis constitutio sic pleniùs & exactiùs intelligetur.

Planetarum omnium commune gravitatis centrum quiescere, & Solem tardissimè moveri. Definitur motus Solis.

Quoniam Fixæ quiescunt inter se, concipiamus Solem, Terram, & Planetas, tanquam Systema corporum utcunque moventium inter se, & omnium commune centrum gravitatis, (per Legum Corollarium quartum,) vel quiescet, vel movebitur uniformiter in directum. Casu posteriore movebitur etiam Systema totum uniformiter in directum. Dura est hæc hypothesis: eâ rejectâ, quiescet commune illud centrum gravitatis. Ab eodem centro Sol nunquam longè recedit. Incidit Solis & Jovis commune gravitatis centrum in superficiem Solis. Si Planetæ omnes ad eandem Solis partem cum Jove locarentur, commune Solis & omnium centrum vix duplo longiùs à centro Solis recederet. Igitur Sol, pro vario Planetarum situ diversimodè agitatus, & motu quodam libratorio lentè semper errans, nunquam integrâ sui diametro à centro quiescente Systematis totius recedit. Ex Solis autem & Planetarum ponderibus suprà inventis, & situ omnium ad invicem, datur commune gravitatis centrum, eoque dato, locus Solis ad tempus propositum.

Circa

Circa Solem hoc modo libratum revolvuntur ceteri Planetæ in Orbibus Ellipticis, &, radiis ad Solem ductis, describunt areas temporibus proportionales quamproximè, ut (in Prop. LXV.) expositum est. Si Sol quiesceret & Planetæ ceteri non agerent in se invicem, forent Orbes Elliptici, & areæ temporibus proportionales exactè (per Prop. XI, & Coroll. I Prop. XIII) Actiones Planetarum in se invicem collatæ cum actionibus Solis in Planetas nullius sunt momenti, neque adeò sensibiles errores inducunt: suntque errores illi minores in revolutionibus circa Solem more jam descripto agitatum, quàm in revolutionibus circa Solem quiescentem (per Prop. LXVI. & Coroll. Prop. LXVIII.) præsertim si Orbis cujusque umbilicus collocetur in communi centro gravitatis Planetarum omnium interiorum: Nimirum umbilicus Orbis Mercurii in centro Solis, umbilicus Orbis Veneris in communi centro gravitatis Mercurii & Solis, umbilicus Orbis Telluris in communi centro gravitatis Veneris, Mercurii & Solis; & sic deinceps. Hoc pacto umbilici Orbium Planetarum omnium, præter Saturnum, non distabunt sensibiliter à centro Solis; neque umbilicus Orbis Saturni recedet sensibiliter à communi centro gravitatis Jovis & Solis. Proinde centrum Solis non malè statuitur ab Astronomis umbilicus communis Orbium cunctorum. In ipso Saturno error inde ortus non est major quàm 1'. 45". Si Orbis iste, locando umbilicum in communi centro gravitatis Jovis & Solis, meliùs congruerit cum phænomenis, inde confirmabuntur hæc omnia quæ diximus.

Planetas nihilominus revolvi in Ellipsibus umbilicos in Sole; &, radiis ad Solem ductis, areas describere temporibus proportionales.

Si Sol quiesceret, & Planetæ nil agerent in se invicem, quiescerent etiam eorum Aphelia & Nodi (per Prop. I. XI. & Cor. Prop. XIII.) & forent Orbium Ellipticorum axes majores ut latera cubica quadratorum temporum periodicorum (per Prop. XV.) adeoque ex datis temporibus periodicis darentur. Mensuranda sunt hæc tempora non à mobilibus æquinoctiorum punctis, sed à Stellâ primâ Arietis. Ex motu autem Solis augetur semiaxis quilibet, quasi tertiâ parte distantiæ centri Solis à communi centro gravitatis Solis & Planetæ (per Prop. LX.) & actionibus Pla-

De Orbium dimensionibus deque motu Apheliorum & Nodorum.

netarum exteriorum in interiores nonnihil augentur tempora periodica interiorum, at vix sensibiliter, & Aphelia moventur tardissimè in consequentia (per Coroll. 6. & 7. Prop. LXVI.) Sic & actionibus Cometarum, siqui ultra Saturnum versentur, augebuntur periodica tempora Planetarum omnium; & maximè ea exteriorum: & Aphelia omnium movebuntur in consequentia. Progredientibus autem Apheliis regredientur Nodi (per Coroll. 11. & 13. Prop. LXVI.) & regressus eorum, si fortè quiescat planum Eclipticæ, erit (per Coroll. 16. Prop. LXVI.) ad progressum Aphelii in Orbe unoquoque, ut regressus Nodorum Lunæ ad progressum Aphelii ipsius quamproximè; hoc est ut 10 ad 21 circiter. Confirmare autem videntur observationes Astronomicæ Aphelia tardissimè progredi, & Nodos regredi, respectu Fixarum. Et inde verisimile est, Cometas in regionibus ultra Planetas versari. Hi in Orbibus valde excentricis revoluti, transcurrunt velociter Perihelia sua, & motu in Apheliis longè tardissimo tempus ferè totum conterunt in regionibus supra Planetas, ut posthac fusius explicabitur.

Ex principiis allatis derivantur motus omnes Lunares hactenus ab Astronomis notati.

Planetas in hunc modum revolventes posse alios, ceu Satellites, aut Lunas, circùm se deferre, constat (ex Propositione LXV.) Actione autem Solis fit ut Luna nostra velociùs moveatur, &, radio ad Terram ducto, describat aream pro tempore majorem, Orbemque habeat minùs curvum, atque adeò propiùs accedat ad Terram, in Syzygiis quàm in Quadraturis, nisi quatenus impedit motus excentricitatis. Namque excentricitas maxima est ubi Apogæum Lunæ in Syzygiis versatur, & minima ubi idem in Quadraturis consistit; & inde Luna in Perigæo velocior est & nobis propior, in Apogæo autem tardior, & remotior in Syzygiis quàm in Quadraturis. Progreditur insuper Apogæum, & regrediuntur Nodi, sed motu inæquabili: & Apogæum quidem velociùs progreditur in Syzygiis suis, tardiùs regreditur in Quadraturis, & excessu progressûs supra regressum annuatim fertur in consequentia. Nodi autem quiescunt in Syzygiis suis, & velocissimè regrediuntur in Quadraturis. Sed & ma-

jor est Lunæ latitudo maxima in ipsius Quadraturis quàm in Syzygiis: & motus medius tardior in Perihelio Terræ quàm in ipsius Aphelio. Plures inæqualitates in motu Lunari nondum ab Astronomis notantur. Hæ autem omnes consectantur ex principiis nostris (per Coroll. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, Prop. LXVI.) & in cœlis reverà extare noscuntur. Id in HORROXII Hypothesi illâ ingeniosissimâ, &, ni fallor, omnium accuratissimâ, quam FLAMSTEDIUS ad cœlos aptavit, videre licet. Corrigendæ tamen sunt Hypotheses Astronomicæ in motu Nodorum. Hi æquationem seu prostaphæresin maximam admittunt in Octantibus suis, estque hæc inæqualitas maximè conspicua, ubi Luna in Nodis atque adeò in Octantibus versatur. Inde TYCHO & post eum alii rejecerunt hanc inæqualitatem in Octantes Lunæ, eamque fecerunt menstruam. Docent autem rationes à nobis allatæ hanc ad Octantes Nodorum referri debere, & annuam constitui.

Ut & alii nonnulli nondum observati motus inæquabiles

Præter inæqualitates ab Astronomis notatas, extant aliæ nonnullæ, quibus motus Lunares adeò perturbantur, ut nullâ hactenus lege ad regulam aliquam certam reduci potuerint. Velocitates enim seu motus horarii Apogæi & Nodorum Lunæ, & eorundem æquationes, ut & differentia inter excentricitatem maximam in Syzygiis & minimam in Quadraturis, & inæqualitas quæ Variatio dicitur, augentur ac diminuuntur annuatim (per Corol. 14. Prop. LXVI.) in triplicatâ ratione diametri apparentis solaris. Estque Variatio præterea in ratione duplicatâ temporis inter quadraturas quamproximè (per Corol. 1. & 2. Lem. X. & Corol. 16. Prop. LXVI.) Sunt & inæqualitates omnes in parte orbis Solem versùs paulò majores quàm in parte oppositâ, sed differentiâ vix aut ne vix quidem sensibili.

Et distantiæ Lunæ à Terrâ ad tempus datum.

Per computationem quandam, quam brevitatis gratiâ non describo, invenio etiàm quòd area quam Luna, radio ad Terram ducto, singulis temporis particulis æqualibus describit, sit quamproximè ut summa numeri $237\frac{3}{10}$, & sinus versi duplicatæ distantiæ Lunæ à Quadraturâ proximâ, in circulo cujus radius est unitas; atque adeò quòd quadratum distantiæ Lunæ à Terrâ sit

ut ſumma illa diviſa per motum horarium Lunæ. Hæc ita ſe habent ubi Variatio in Octantibus eſt magnitudinis mediocris: ſin Variatio major ſit vel minor, augeri debet vel minui ſinus ille verſus in eâdem ratione. Tentent Aſtronomi quàm probè diſtantiæ ſic inventæ congruerint cum Lunæ diametris apparentibus.

Derivantur motus Satellitum Jovis & Saturni ex motibus Lunæ.

Ex motibus Lunæ noſtræ, derivare licet motus Lunarum ſeu Satellitum Jovis & Saturni. Namque motus medius Nodorum Satellitis extimi Jovialis, eſt ad motum medium Nodorum Lunæ noſtræ, in ratione compoſitâ ex ratione duplicatâ temporis periodici Terræ circa Solem ad tempus periodicum Jovis circa Solem, & ratione ſimplici temporis periodici Satellitis circa Jovem ad tempus periodicum Lunæ circa Terram (per Corol. 16. Prop. LXVI.) adeoque annis centum conficit Nodus iſte $8^{gr.}\ 24'$. in antecedentia. Motus medii Nodorum Satellitum interiorum ſunt ad motum hujus, ut illorum tempora periodica ad tempus periodicum hujus (per idem Corollarium) & inde dantur. Motus autem Augis Satellitis cujuſque in conſequentia, eſt ad motum Nodorum ipſius in antecedentia, ut motus Apogæi Lunæ noſtræ ad hujus motum Nodorum (per idem Corol.) & inde datur. Æquationes maximæ Nodorum & Augis Satellitis cujuſque ſunt ad æquationes maximas Nodorum & Augis Lunæ reſpectivè, ut motus Nodorum & Augis Satellitum, tempore unius revolutionis æquationum priorum, ad motus Nodorum & Apogæi Lunæ tempore unius revolutionis æquationum poſteriorum. Variatio Satellitis è Jove ſpectati eſt ad variationem Lunæ, ut ſunt motus toti Nodorum temporibus periodicis Satellitis & Lunæ ad invicem (per idem Corollarium) adeoque in Satellite extimo non ſuperat $5''.\ 12'''$. Parvitate harum inæqualitatum, & tarditate motuum, fit ut motus Satellitum tam regulares reperiantur; utque Aſtronomi recentiores aut motum omnem Nodis denegent, aut afferant tardiſſimè retrogradum.

Planetæ reſpectu fixarum æquabili motu circum axes ſuos re-

Interea dum Planetæ in hunc modum circùm centra longinqua in orbem redeunt, rotantur ſinguli circùm axes proprios, Sol quidem diebus 26; Jupiter horis 9, minutis primis 56; Mars horis $24\frac{2}{3}$; Venus horis 23; idque in planis ad planum Eclipticæ non multùm inclinatis, & ſecundùm ordinem ſignorum

rum

rum; ut ex maculis in eorum corporibus per vices in conſpectum redeuntibus definiunt Aſtronomi. Similis eſt revolutio Terræ noſtræ facta horis 24. Hos motus actionibus virium centripetarum non accelerari nec retardari conſtat (per Corol. 22. Prop. LXVI.) Sunt igitur præ ceteris omnibus æquabiles, atque adeò ad menſuram temporis aptiſſimi. Sed, revolutiones ex reditu, non ad Solem, ſed ad Stellam aliquam fixam, definiendæ ſunt æquabiles. Nam, ſitu Planetarum ad Solem inæquabiliter variato, revolutiones eorum à Sole ad Solem redduntur inæquabiles.

volvi hunc motum ad æquationem temporis aptiſſimum eſſe.

Sic, & Luna revolvitur circa axem proprium, motu maximè æquabili, reſpectu Fixarum. Revolvitur autem tempore dierum 27, horarum 7, min. 43. id eſt, menſe ſidereo, ita ut motus iſte diurnus æqualis ſit motui medio Lunæ in Orbe ſuo. Proinde eadem Lunæ facies convertetur ſemper in centrum, circa quod motus iſte medius peragitur, hoc eſt, in Orbis Lunaris umbilicum exteriorem quàmproximè. Inde oritur deflexio faciei de Terrâ, nunc in Orientem quidem, nunc verò in Occidentem, pro ſitu umbilici, quem reſpicit; eſtque deflexio illa æqualis proſtaphæreſi Orbis Lunaris, ſeu differentiæ inter motum medium, & verum. Hæc eſt libratio Lunæ in longitudinem. Eſt & libratio in latitudinem, orta ab inclinatione axis Lunaris ad planum Orbis, in quo Luna circa Terram revolvitur. Servat enim axis ille ſitum ſuum ad Fixas quàmproximè, & inde Poli nobis per vices in conſpectum veniunt. Id intelligere licet ex motu Telluris, cujus Poli, ob inclinationem axis ad planum Eclipticæ, per vices illuſtrantur à Sole. Situm axis ad Fixas & ſitûs hujus variationem, exactè determinare, Problema eſt Aſtronomo dignum.

Lunam pariter motu diurno circa axem ſuum revolvi, & inde librationem ipſius oriri.

Ex Planetarum revolutionibus diurnis conatur materia recedere ab axibus hujus motûs, & inde partes liquidæ ſurgunt pauló altiùs juxta Æquatorem, quàm juxta Polos, parteſque ſolidas inundabunt, niſi pariter ſurgentes. Ideò Planetæ pauló craſſiores ſunt juxta Æquatorem, quàm juxta Polos, & eorum Puncta æquinoctialia propterea regrediuntur; axeſque, motu oſcillatorio, bis in ſingulis revolutionibus nutant, & bis redeunt ad inclinationem

De præceſſione Æquinoctiorum, deque motu libratorio axis Telluris, & Planetarum.

tionem priorem; ut (in Corol. 18. Prop. LXVI.) expositum est. Nam, & Jupiter, prælongis tubis visus, non omnino rotundus cernitur, sed illius diameter Eclipticæ parallela pauló est oblongior, quàm quæ à Septentrione in Austrum ducitur.

Mare bis fluere debere, & bis refluere singulis diebus, & æstum incidere in horam tertiam ab appulsu luminaris ad Meridianum loci.

A Telluris etiam motu diurno, & attractionibus Solis & Lunæ, Mare nostrum, singulis diebus, tam Lunaribus, quàm Solaribus, bis intumescere debet, & bis defluere per Corol. 19, & 20. Prop. LXVI, & aquæ altitudo maxima præcedere horam sextam diei utriusque, & sequi duodecimam præcedentem. Tarditate motûs diurni retrahitur æstus ad horam duodecimam, & vi motûs reciprocationis protrahitur idem, & in horam sextæ propiorem differtur. Interea, dum tempus per phænomena certiùs determinabitur, quidni, rationem mediocrem tenentes, conjiciamus æstum maximum in horam tertiam? Hoc pacto aqua toto tempore ascendet, quo vis Luminarium ad ipsam attollendam major est, descendetque toto tempore, quo minor est. Namque vis illa major est ab horâ nonâ ad horam tertiam, & minor à tertiâ ad nonam. Horas numero ab appulsu Luminaris utriusque ad Meridianum loci, tam infra Horizontem, quàm supra: & per horas diei Lunaris intelligo vigesimas quartas partes temporis, quo Luna, motu apparente diurno, ad Meridianum loci revolvitur.

Æstus maximos in Syzygiis Luminarium, ac Terræ, minimos in Quadraturis fieri; Idque horâ tertiâ ab appulsu Lunæ ad Meridianum loci: at, extra Syzygias & Quadraturas, de-

Motus autem bini, quos Luminaria duo excitant, non cernentur distinctè, sed motum quendam mixtum efficient. In Luminarium Conjunctione, vel Oppositione, conjungentur eorum effectus, & componetur fluxus & refluxus maximus. In Quadraturis Sol attollet aquam, ubi Luna deprimit, deprimetque, ubi Luna attollit; &, ex effectuum differentiâ, æstus omnium minimus orietur. Et quoniam, experientiâ teste, major est effectus Lunæ quàm Solis, incidet aquæ maxima altitudo in horam tertiam Lunarem. Extra Syzygias & Quadraturas, æstus maximus, qui solâ vi Lunari incidere semper deberet in horam tertiam Lunarem, & solâ Solari in tertiam Solarem, compositis viribus, incidet in tempus aliquod intermedium, quod tertiæ Lunari propinquius est; adeòque in transitu Lunæ à Syzygiis ad Quadraturas, ubi hora tertia Solaris præcedit tertiam Lunarem, maxima

aquæ

aquæ altitudo præcedet etiam tertiam Lunarem, idque maximo intervallo paulò post Octantes Lunæ; & paribus intervallis æstus maximus sequetur horam tertiam Lunarem in transitu Lunæ à Quadraturis ad Syzygias.

viare aliquantulùm ab horà illà tertià in horam tertiam ab appulsu.

Pendent autem effectus Luminarium ex eorum distantiis à Terrà. In minoribus enim distantiis majores sunt eorum effectus, in majoribus minores, idque in triplicatâ ratione diametrorum apparentium. Igitur Sol, tempore hyberno, in Perigæo existens, majores edit effectus, efficitque ut æstus in Syzygiis majores sint, & in Quadraturis minores (ceteris paribus), quàm tempore æstivo; & Luna in Perigæo singulis mensibus majores ciet æstus, quàm antè, vel post, dies quindecim, ubi in Apogæo versatur. Unde fit, ut æstus duo omnino maximi in Syzygiis continuis se mutuò non sequantur.

Majores esse æstus ubi Luminaria sunt in Perigæis.

Pendet etiam effectus utriusque Luminaris ex ipsius Declinatione, seu distantiâ ab Æquatore. Nam, si Luminare in Polo constitueretur, traheret illud singulas aquæ partes constanter, absque actionis intensione & remissione; adeòque motûs reciprocationem nullam cieret. Igitur Luminaria, recedendo de Æquatore Polum versùs, effectus suos gradatim amittent, & propterea minores ciebunt æstus in Syzygiis solstitialibus, quàm in æquinoctialibus. In Quadraturis autem solstitialibus majores ciebunt æstus, quàm in Quadraturis æquinoctialibus; eò quòd Lunæ jam in Æquatore constitutæ effectus maximè superat effectum Solis. Incidunt igitur æstus maximi in Syzygias, & minimi in Quadraturas Luminarium, circa tempora Æquinoctii utriusque; & æstum maximum in Syzygiis comitatur semper minimus in Quadraturis, ut experientiâ compertum est. Per minorem autem distantiam Solis à Terrâ, tempore hyberno quàm tempore æstivo, fit, ut æstus maximi & minimi sæpiùs præcedant Æquinoctium vernum, quàm sequantur, & sæpiùs sequantur autumnale, quàm præcedant.

Majores esse æstus circa Æquinoctia.

Pendent etiam effectus Luminarium ex locorum latitudine. Designet $ApEP$ Tellurem aquis profundis undique coopertam; $C$ centrum ejus; $P$, $p$ polos; $AE$ Æquatorem; $F$ locum quemvis extra Æquatorem; $Ff$ parallelum loci; $Dd$ parallelum ei respon-

TAB. I. Fig. 4. Æstus extra Æquatorem vicibus al-

ternis majores & minores fieri.

TAB. I. Fig. 4.

respondentem ex alterâ parte Æquatoris; *L* locum, quem Luna ante horas tres occupabat; *H* locum Telluris ei perpendiculariter subjectum; *b* locum huic oppositum; *K*, *k* loca inde gradibus 90 distantia; *CH*, *Cb* Maris altitudines maximas mensuratas à centro Telluris; & *CK*, *Ck* altitudines minimas: &, si axibus *Hb*, *Kk* describatur Ellipsis, deinde Ellipseos hujus revolutione circa axem majorem *Hb* describatur Sphærois *HPKbpk*; designabit hæc figuram Maris quàmproximè; & erunt *CF*, *Cf*, *CD*, *Cd*, altitudines Maris in locis *F*, *f*, *D*, *d*. Quinetiam, si in præfatâ Ellipseos revolutione punctum quodvis *N* describat circulum *NM*, secantem parallelos *Ff*, *Dd* in locis quibusvis *R*, *T*, & Æquatorem *AE* in *S*; erit *CN* altitudo Maris in locis omnibus *R*, *S*, *T*, sitis in hoc circulo. Hinc, in revolutione diurnâ loci cujusvis *F*, affluxus erit maximus in *F*, horâ tertiâ post appulsum Lunæ ad Meridianum supra Horizontem; postea defluxus maximus in *Q*, horâ tertiâ post occasum Lunæ; dein affluxus maximus in *f*, horâ tertiâ post appulsum Lunæ ad Meridianum infra Horizontem, ultimò defluxus maximus in *Q*, horâ tertia post ortum Lunæ: & affluxus posterior in *f* erit minor, quàm affluxus prior in *F*. Distinguitur enim Mare totum in duos omnino fluxus ingentes & hemisphæricos, unum in Hemisphærio *KHkC* ad Boream vergentem, alterum in Hemisphærio opposito *KbkC*, quos igitur fluctum borealem & fluctum australem nominare licet. Hi fluctus semper sibi mutuò oppositi veniunt per vices ad Meridianos locorum singulorum, interposito intervallo horarum Lunarium duodecim. Cùmque regiones boreales magis participant fluctum borealem, & australes magis australem, inde oriuntur æstus alternis vicibus majores & minores, in locis singulis extra Æquatorem. Æstus autem major, declinante Lunâ in verticem loci, incidet in horam circiter tertiam post appulsum Lunæ ad Meridianum supra Horizontem, & Lunâ Declinationem mutante vertetur in minorem. Et fluxuum differentia maxima incidet in tempora Solstitiorum; præsertim si Lunæ Nodus ascendens versatur in principio Arietis. Sic æstus matutini, tempore hyberno, superant vespertinos, & vespe-

vespertini, tempore æstivo, matutinos, ad *Plymutbum* quidem altitudine quasi pedis unius, ad *Bristoliam* verò altitudine quindecim digitorum, observantibus COLEPRESSIO & STURMIO.

Motus autem hactenus descripti mutantur aliquantulùm per vim illam reciprocationis aquarum, quâ Maris æstus, etiam cessantibus Luminarium actionibus, posset aliquamdiu perseverare. Conservatio hæcce motûs impressi minuit differentiam æstuum alternorum; & æstus, proximè post Syzygias, majores reddit, eosque, proximè post Quadraturas, minores. Unde fit, ut æstus alterni ad *Plymutbum* & *Bristoliam* non multò magis differant ad invicem, quàm altitudine pedis unius, vel digitorum quindecim; utque æstus omnium maximi in iisdem portubus non sint primi à Syzygiis, sed tertii.

Per motûs impressi conservationem minui differentiam æstuum, & fieri quoque, ut æstus maximus menstruus sit tertius à Syzygiâ.

Fieri etiam potest, ut æstus omnium maximus sit quartus, vel quintus à Syzygiis, vel tardiùs adveniat, eò quòd retardantur motus Marium in transitu per loca vadosa ad littora. Sic enim æstus accedit ad littus occidentale *Hiberniæ*, horâ tertiâ Lunari; &, post horam unam & alteram, ad portus in littore australi ejusdem Insulæ, ut & ad *Insulas Cassiterides*, vulgo *Sorlings* dictas; dein successivè ad *Falmutbum*, *Plymutbum*, *Portlandiam*, *Insulam Vectam*, *Winchelsejam*, *Doveriam*, ostium *Tamesis*, & pontem *Londinensem*, consumptis horis duodecim in hoc itinere. Sed, & Oceani ipsius alveis haud satis profundis impeditur æstuum propagatio. Incidit enim æstus ad *Insulas Fortunatas*, & ad occidentalia marique *Atlantico* exposita littora *Hiberniæ*, *Galliæ*, *Hispaniæ*, & *Africæ* totius, usque ad *Ca ut bonæ spei*, in horam tertiam Lunarem; præterquam in locis nonnullis vadosis, ubi æstus impeditus tardiùs advenit, inque *Freto Gaditano*, quod, motu ex Mari mediterraneo propagato, citiùs æstuat. Pergendo verò de his littoribus per Oceani latitudinem ad oras *Americæ*, accedit æstus primò ad *Brasiliæ* littora maximè orientalia circa horam Lunarem quartam, vel quintam; deinde ad ostium *Fluvii Amazonum* horâ sextâ; ad Insulas verò adjacentes horâ quartâ; postea ad *Insulas Bermudas* horâ septimâ, & ad *Floridæ* portum *S. Augustini* horâ $7\frac{1}{2}$. Tardiùs igitur

Motus Maris impedimento alveorum retardari.

progreditur æſtus per Oceanum, quàm pro ratione motûs Lunæ. Et pernecessaria eſt hæcce retardatio, ut Mare eodem tempore deſcendat inter *Braſiliam* & *Novam Franciam*, aſcendatque ad *Inſulas Fortunatas* & litora *Europæ* & *Africæ*, & vice verſâ. Namque Mare aſcendere nequit in uno loco, quin ſimul deſcendat in altero. Lege jam deſcriptâ agitari quoque *Mare Pacificum* veriſimile eſt. Namque æſtus altiſſimi in litore *Chilienſi* & *Peruviano* incidere dicuntur in horam tertiam Lunarem; ſed, quâ velocitate propagantur inde ad litus orientale *Japoniæ*, & ad *Inſulas Philippinas*, ceteraſque regno *Sinarum* adjacentes, nondum reperi.

Ex alveorum & litorum impedimentis varia oriri phænomena: ut, quòd Mare non niſi ſemel intumeſcat diebus ſingulis.

Porrò fieri poteſt, ut æſtus propagetur ab Oceano per freta diverſa ad eundem portum, & citiùs tranſeat per aliqua freta, quàm per alia: quo in caſu æſtus idem, in duos vel plures ſucceſſivè advenientes diviſus, componere poſſit motus novos diverſorum generum. Fingamus æſtum dividi in duos æquales, quorum prior præcedat alterum ſpatio horarum ſex, incidatque in horam, vel tertiam, vel viceſimam ſeptimam ab impulſu Lunæ ad Meridianum portûs. Si Luna, in hocce ad Meridianum appulſu, verſabatur in Æquatore, venient ſingulis horis ſenis æquales affluxus, qui, in mutuos refluxus incidendo, eoſdem affluxibus æquabunt, & ſic ſpatio diei illius efficient, ut aqua tranquillè ſtagnet. Sin Luna tunc declinabat ab Æquatore, fient æſtus in Oceano vicibus alternis majores & minores, uti dictum eſt; & inde propagabuntur in hunc portum affluxus bini majores & bini minores, vicibus alternis. Affluxus autem bini majores component aquam altiſſimam in medio inter utrumque; affluxus major & minor faciet, ut aqua aſcendat ad mediocrem altitudinem in medio; & inter affluxus binos minores aqua aſcendet ad altitudinem minimam. Sic ſpatio viginti quatuor horarum, aqua non bis, ut fieri ſolet, ſed ſemel tantùm perveniet ad maximam altitudinem, & ſemel ad minimam; & altitudo maxima, ſi Luna declinat in Polum ſupra Horizontem loci, incidet in horam, vel ſextam, vel triceſimam, ab appulſu Lunæ ad Meridianum, atque, Lunâ declinationem mutante, mutabitur in defluxum.

xum. Quorum omnium exemplum habemus in portu regni *Tunquini* ad *Bathsam* in latitudine boreali 20gr. 50′. Ibi aqua, die transitum Lunæ per Æquatorem sequente, stagnat; dein, Lunâ ad boream declinante, incipit fluere & refluere, non bis, ut in aliis portubus, sed semel singulis diebus; & æstus incidit in occasum Lunæ, defluxus maximus in ortum: cum Lunæ declinatione augetur hic æstus usque ad diem septimum, vel octavum; dein per alios septem dies iisdem gradibus decrescit, quibus antea creverat; &, Lunâ declinationem mutante, cessat, & mox mutatur in defluxum. Incidit enim subinde defluxus in occasum Lunæ, & affluxus in ortum, donec Luna iterum mutet declinationem. Aditus de Oceano in hunc portum duplex patet: unus, rectior & brevior, inter *Insulam Hainan* & litora *Quantungi* Provinciæ *Sinarum*; alter per circuitum inter Insulam eandem & litora *Cochini*. Per breviorem citiùs propagatur æstus ad *Bathsam*.

Phil. Transact. Num. 162.

In alveis fluminum pendet influxus & refluxus à fluminum cursu. Nam cursus ille facit aquam tardiùs influere ex Mari, & in Mare citiùs & velociùs refluere, atque adeò diutiùs refluere, quàm influere, præsertim si longè in flumen ascenditur, ubi minor est vis Maris. Sic in fluvio *Avonæ*, ad tertium lapidem infra *Bristoliam*, refert STURMIUS aquam horis quinis influere, septenis refluere: supra *Bristoliam*, ut ad *Canesham*, vel *Bathoniam*, differentia proculdubio major est. Pendet etiam hæc differentia à magnitudine fluxûs & refluxûs. Nam, prope Luminarium Syzygias, vehementior Maris motus, faciliùs superando resistentiam fluminum, faciet aquam citiùs ac diutiùs influere; adeòque minuet hanc differentiam. Interea verò, dum Luna ad Syzygias properat, necesse est ut flumina, ob cursus suos per magnitudinem æstuum impeditos, magis impleantur, & propterea Maris refluxum paulò magis impediant proximè post Syzygias, quàm proximè ante. Eâ de causâ æstus omnium tardissimi non incident in ipsas Syzygias, sed paulò præcedent. Dixi æstus etiam ante Syzygias retardari vi Solis. Conjungatur causa utraque; & æstuum retar-

Tempora æstuum intra fluviorum alveos esse magis inæqualia, quàm in Oceano.

datio & major erit & Syzygias magis præcedet. Quæ omnia ita se habere colligo ex Tabulis æstuum, quas FLAMSTEDIUS ex observationibus quàmplurimis construxit.

TAB. I. *Fig.* 5.

Æstus à Mari majore & profundiore majores oriri; & majores esse ad littora Continentium, quàm in medio Mari ad Insulas; atque adhuc majores in sinubus vadosis, ore lato in Oceanum patentibus.

Legibus hactenus descriptis reguntur æstuum tempora. Magnitudo pendet à magnitudine Marium. Designet $C$ centrum Terræ; $EADB$ ovalem Maris figuram; $CA$ ovalis hujus semiaxem majorem; $CB$ semiaxem minorem priori insistentem ad angulum rectum; $D$ punctum medium inter $A$ & $B$; & $ECF$, vel $eCf$ angulum ad centrum Terræ, quem Maris, litoribus $E$, $F$, vel $e$, $f$, terminati latitudo subtendit. Versetur autem punctum $A$ in medio inter puncta $E$, $F$; & punctum $D$ in medio inter puncta $e$, $f$; &, si per differentiam altitudinum $CA$, $CB$ exponatur quantitas æstûs in Mari profundissimo Terram totam cingente, designabit excessus altitudinis $CA$ super altitudinem $CE$, vel $CF$, quantitatem æstûs in medio Maris $EF$ litoribus $E$, $F$, terminati; & excessus altitudinis $Ce$ super altitudinem $Cf$, quantitatem æstûs ad litora ejusdem Maris quamproximè. Unde liquet æstus in medio Mari longè minores esse, quàm ad litora, & æstus ad litora esse, propemodum, ut Maris latitudo $EF$, arcu quadrantali non major. Et hinc est, quòd prope Æquatorem, ubi Mare inter *Africam* & *Americam* angustum est, æstus sint multò minores, quàm hinc inde in Zonis Temperatis, ubi Maria latè patent, inque *Maris Pacifici* litoribus ferè cunctis, tam *Americanis*, quàm *Sinicis*, & intra Tropicos & extra; quòdque ad Insulas medio in Mari sitas vix assurgant ultra pedes duos, vel tres; in litoribus autem magnarum Continentium sint triplò, vel quadruplò majores, & ultra: præsertim si motus, de Oceano patente venientes, gradatim contrahantur in spatium angustum, & aqua cum impetu magno per loca vadosa, ad sinus alternis vicibus implendos & evacuandos, influere & effluere cogatur: ut ad *Plymuthum* & pontem *Chepstowæ* in *Angliâ*; ad montes S. *Michaelis* & urbem *Abrincatuorum* (vulgo *Auranches* dictam) in *Normanniâ*; ad *Cambajam* & *Pegu* in *Indiâ orientali*. His in locis Mare, magnâ cum velocitate accedendo & recedendo, littora nunc inundat,

nunc

nunc arida relinquit ad multa milliaria. Neque impetus accedendi, vel recedendi priùs frangi poteſt, quàm aqua attollitur, vel deprimitur ad pedes, 40, vel 50, & ampliùs. Sic & freta oblonga, vadoſa, & oſtiis reliquo alveo amplioribus & profundioribus in Oceanum patentia, (cujus generis ſunt *Britannicum*, & *Magellanicum*, ad introitum orientalem,) magis fluent & refluent, curſumve intendent & remittent; eâque de cauſâ altiùs aſcendent ac deprimentur. Ad littora *Americæ auſtralis*, *Mare Pacificum* non raro in refluxu ſuo remeare dicitur ad milliaria duo, & fugere viſum in litore ſtantis. Unde & ibi æſtus fiunt ſolito altiores. In aquis autem profundioribus ſemper minor eſt fluendi & refluendi velocitas, & propterea minor quoque aſcenſus ac deſcenſus. Nec Oceanus talibus in locis ad pedes pluſquàm ſex, octo, vel decem, aſcendere noſcitur. Aſcenſûs verò quantitatem ſic computo.

Deſignet *S* Solem; *T* Terram; *P* Lunam; *PAGB* orbem Lunæ. In *SP* capiatur *SK* æqualis *ST*, & *SL* ad *SK* in duplicatâ ratione *SK* ad *SP*, & ipſi *PT* agatur parallela *LM*; &, ſi vis mediocris circumſolaris agens in Terram exponatur per diſtantiam *ST*, vel *SK*, erit *SK* vis circumſolaris agens in Lunam. Ea componitur ex partibus *SM*, *LM*; quarum *LM*, & ipſius *SM* pars *TM*, perturbat motum Lunæ, (ut in Prop. LXVI & ejus Corollariis expoſitum eſt.) Quatenus Terra & Luna circa commune gravitatis centrum revolvuntur, urgebitur Terra viribus conſimilibus; ſed ſummas, tam virium, quàm motuum, referre licet ad Lunam, & ſummas virium per lineas ipſis analogas *TM* & *ML* deſignare. Vis *ML*, in mediocri ſuâ quantitate, eſt ad vim, quâ Luna in orbe ſuo circa Terram quieſcentem, ad diſtantiam *PT*, revolvi poſſet, in duplicatâ ratione temporum periodicorum Lunæ circa Terram & Terræ circa Solem, (per Coroll. 17. Prop. LXVI:) hoc eſt, in duplicatâ ratione dierum 27, hor. 7, min. 43, ad dies 365, hor. 6, min. 9; id eſt, ut 1000 ad 178725, ſeu 1 ad $178\frac{29}{40}$. Vis, quâ Luna in orbe ſuo circa Terram quieſcentem, ad diſtantiam *PT* ſemidiametrorum terreſtrium $60\frac{1}{2}$, revolvi poſſet, eſt ad vim, quâ eodem tempore ad diſtantiam ſemidiametrorum 60 revolvi poſſet, ut

TAB. I. Fig. 6.

Ex Principiis allatis computatur vis Solis ad perturbandos motus Lunæ.

$60\frac{1}{2}$ ad 60; & hæc vis ad vim gravitatis apud nos, ut 1 ad $60 \times 60$. Ideòque vis mediocris *ML* eſt ad vim gravitatis in ſuperficie Terræ, ut $1 \times 60\frac{1}{2}$ ad $60 \times 60 \times 60 \times 178\frac{29}{40}$, ſeu 1 ad 638092, 6. Unde datur etiam vis *TM*, ex proportione linearum *TM*, *ML*. Hæ ſunt vires Solis, quibus motus Lunæ perturbatur.

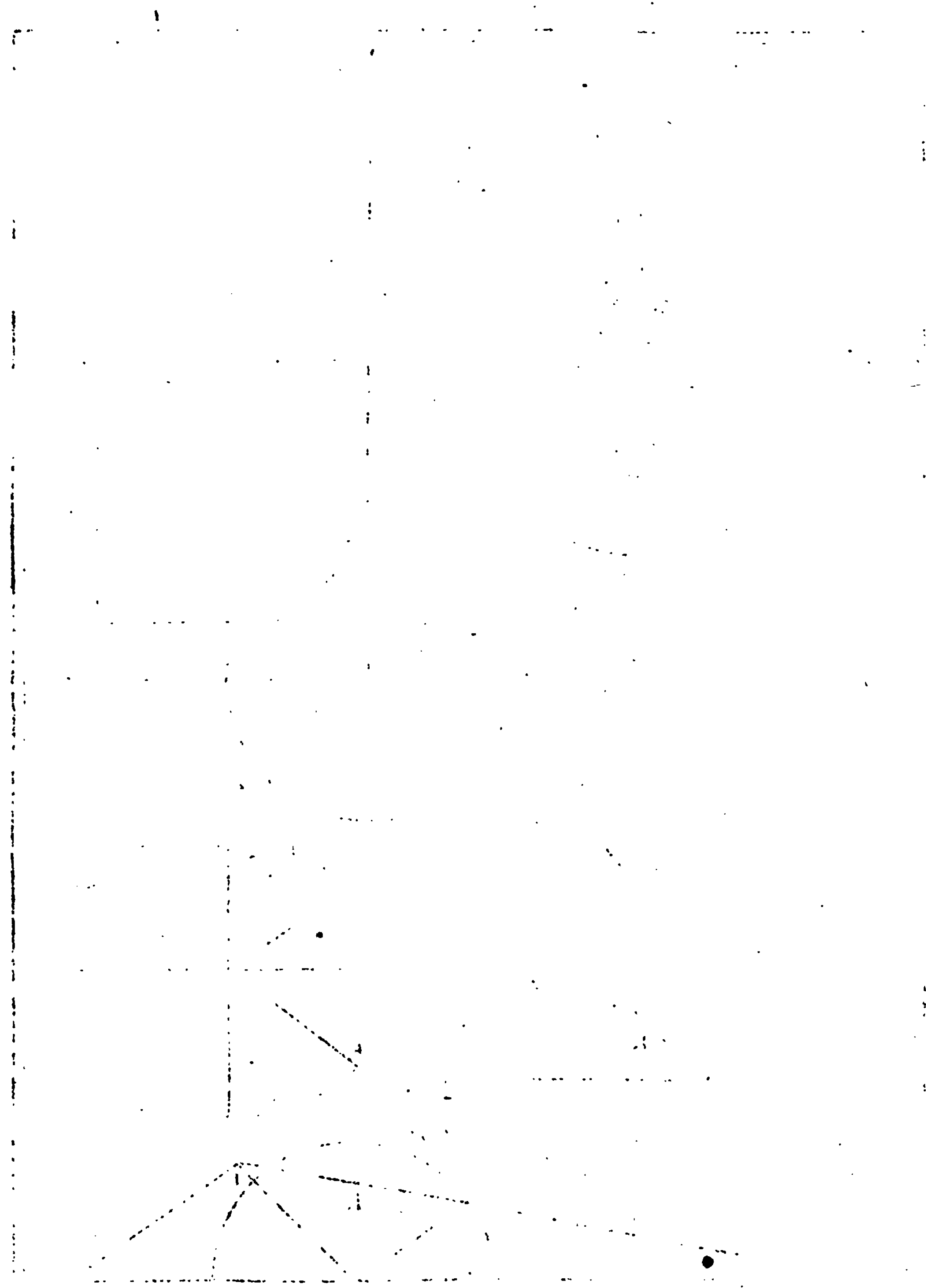
Computatur vis Solis ad Mare movendum.

Si deſcendatur de orbe Lunæ ad ſuperficiem Terræ, minuentur hæ vires in ratione diſtantiarum $60\frac{1}{2}$ ad 1; adeòque vis *ML* jam fiet 38604600 vicibus minor, quàm vis gravitatis. Hæc vis, Terram undique æqualiter urgendo, vix, aut ne vix quidem, mutabit motum Marium, adeòque in explicatione motûs illius negligi poſſit. Vis altera *TM* in locis, in quorum Zenith, vel Nadir Sol conſtituitur, eſt triplò major, quàm vis *ML*, adeòque 12868200 vicibus minor, quàm vis gravitatis.

TAB. I. *Fig.* 7.

Computatur altitudo æſtûs ſub Æquatore ex vi Solis oriunda.

Deſignet jam *ADBE* Telluris ſuperficiem ſphæricam; *aDbE* aquam ſupernatantem; *C* centrum utriuſque; *A* locum, cui Sol perpendiculariter imminet; *B* locum oppoſitum; *D*, *E* loca inde gradibus nonaginta diſtantia; *ACEmlk* canalem cylindricum rectangulum tranſeuntem per centrum Terræ. Vis *ML* in loco quolibet eſt ut diſtantia loci à plano *DE*, cui recta *AC* perpendicularis eſt; adeòque in canalis parte *EClm* nulla eſt; in parte alterâ *AClk* eſt ut gravitas in ſingulis altitudinibus. Nam gravitas, in deſcenſu ad centrum Terræ, eſt ubique ut altitudo (per Prop. LXXIII.) Igitur vis *ML*, urgendo aquam ſurſum, minuet gravitatem ejus, in canalis crure *AClk*, in datâ ratione. Et propterea aqua in hoc crure aſcendet, ut defectus gravitatis compenſetur majore altitudine; neque priùs ſtabit in æquilibrio, quàm gravitas totius æquetur gravitati totius in canalis crure *ClmE*. Quoniam gravitas particulæ cujuſque eſt ut diſtantia ipſius à centro Terræ, creſcet pondus aquæ totius in crure canalis in duplicatâ ratione altitudinis; adeòque altitudo aquæ in crure *AClk*, fiet ad altitudinem aquæ in crure *ClmE*, in dimidiatâ ratione numeri 12868201 ad 12868200, ſive in ratione numeri 25623053 ad numerum 25623052; & altitudo in crure alterutro *EClm* ad differentiam altitudinum, ut 25623052 ad



ad 1. Est autem altitudo illa, in crure *E Clm*, pedum *Parisiensium* 19615800, ut à *Gallis* nuper definitum est: & inde, per analogiam illam, prodit differentia altitudinum $9\frac{1}{5}$ digitorum hujus pedis. Igitur vi Solis major erit altitudo Maris ad *A*, quàm ad *E*, digitis, circiter, novem. Et quamvis aqua in canali *ACEmlk* congeletur & rigeat, manebunt tamen altitudines aquarum Terræ supernatantium ad *A*, & *E*, locaque omnia intermedia.

Designet *Aa* excessum illum altitudinis digitorum novem ad *a*; & *bf* excessum altitudinis in alio quovis loco *b*; & ad *DC* demittatur normalis *fG* occurrens sphæræ in *F*. Ob ingentem Solis distantiam, (quâ fit, ut lineæ omnes ad Solem tendentes pro parallelis haberi possint,) est vis *TM* in loco quovis *b*, vel *f*, ad vim illam in loco *A*, ut sinus *FG* ad radium *AC*; adeòque, cùm vires illæ tendant secundùm lineas parallelas in Solem, generabunt hæ parallelas altitudines *Ff*, *Aa*, in eâdem ratione. Et propterea figura aquæ *DfaEb* sphærois erit facta per revolutionem Ellipseos circa majorem axem *ab*. Est insuper altitudo perpendicularis *fb* ad altitudinem obliquam *fF*, ut *fG*, ad *fC*, seu *FG* ad *AC*; & propterea altitudo *fb* est ad altitudinem *Aa* in duplicatâ ratione *FG* ad *AC*, id est in ratione, quam habet sinus versus anguli *DCf* duplicati ad duplicatum radium, & inde datur. Et hinc, Sole circa Terram apparenter revolvente, innotescit ratio intumescentiæ ac detumescentiæ singulis momentis in loco quolibet sub Æquatore. Innotescit etiam decrementum æstûs Maris, tam ex latitudine locorum, quàm ex declinatione Solis, oriundum. Nimirum, quòd ex latitudine locorum, ascensus & descensus Maris in locis singulis diminuitur in ratione duplicatâ sinûs complementi latitudinis; quòdque, ex declinatione Solis, ascensus & descensus ille sub Æquatore diminuitur in ratione duplicatâ sinûs complementi declinationis: sed, & extra Æquatorem, semisumma ascensûs matutini & ascensûs vespertini, id est, ascensus mediocris, diminuitur in eâdem ratione quamproximè.

Computatur altitudo æstus, sub Parallelis, ex vi Solis oriunda.

De-

Ratio æstuum sub Æquatore in Syzygiis & Quadraturis ex vi Solis & Lunæ conjunctim.

Designent $S$ & $L$ vires Solis & Lunæ in Æquatore versantium, & mediocriter distantium à Terrâ; $R$ radium; $T$, & $U$ sinus versos duplicatorum complementorum declinationis Solis & Lunæ ad tempus datum; $D$, & $E$ mediocres diametros apparentes Solis & Lunæ; $F$ ac $G$ earum diametros apparentes ad tempus illud datum, & erunt vires ad æstus sub Æquatore ciendos, in Syzygiis quidem $\frac{VG^3}{2RE^3}L + \frac{TF^3}{2RD^3}S$; in Quadraturis autem $\frac{VG^3}{2RE^3}L - \frac{TF^3}{2RD^3}S$. Si eadem æstuum ratio observetur etiam sub parallelis, habebimus, ex observationibus in boreali nostrâ regione exactè factis, proportionem inter vires $L$ & $S$. Et tum demum per hanc regulam prædicere licebit quantitates æstuum ad singulas Syzygias & Quadraturas.

Computatur vis Lunæ ad æstus ciendos & altitudo aquæ inde oriunda.

Ante ostium fluvii *Avonæ* ad lapidem tertium infra *Bristoliam*, tempore verno & autumnali, totus Aquæ ascensus in conjunctione & oppositione Luminarium, observante SAMUELE STURMIO, est quasi pedum 45; in Quadraturis autem pedum tantùm 25. Luminarium diametros apparentes, quæ hic non definiuntur, assumamus esse mediocres, ut & Lunæ declinationem in Quadraturis æquinoctialibus mediocrem esse, seu graduum $23\frac{1}{2}$; & sinus versus duplicati complementi erit 1682, posito radio 1000. Solis autem in Æquinoctiis & Lunæ in Syzygiis declinatio nulla est, & sinus versus duplicati complementi 2000. Inde fit vis in Syzygiis $L+S$, in Quadraturis $\frac{1682}{2000}L - S$, æstuum altitudinibus 45 pedum & 25 pedum, seu 9 passuum & 5 passuum proportionalis. Et, ductis extremis & mediis in se, fit $5L + 5S = \frac{15138}{2000}L - 9S$, seu, $L = \frac{28000}{5138}S = 5\frac{5}{11}S$. Porrò tempore æstivo ascensum Maris in Syzygiis esse ad ascensum in Quadraturis, ferè ut 5 ad 4 memini me audisse. In ipsis Solstitiis verisimile proportionem paulò minorem esse, puta, 6 ad 5. Inde verò consectatur esse $L = 5\frac{1}{6}S$. Donec aliquid certius ex observationibus constiterit, assumamus $L = 5\frac{1}{3}S$, & cum æstus sint ut vires, vis autem Solaris cieat æstum altum novem digitos, vis Lunaris ciebit æstum altum pedes quatuor. Demus altitudinem illam, per vim reciprocationis aquarum, quâ motus semel impres-

sus

fus aliquamdiu conservatur, duplicari, vel fortè triplicari, & generabitur æstuum quantitas illa omnis, quæ in Oceanis revera conspicitur.

Sufficiunt igitur hæ vires commovendo Mari: ast alios tamen effectus sensibiles in hac Terrâ, quantùm animadverto, producent nullos. Nam, cùm granum unum in pondere granorum 4000 ope libræ exactissimæ sentiri vix possit; vis autem solaris ad ciendos æstus sit 12868200 vicibus minor vi gravitatis, & summa virium Solis & Lunæ major existens in ratione $6\frac{1}{3}$ ad 1, sit 2032890 vicibus minor vi eâdem gravitatis; perspicuum est, quòd conjunctæ illæ vires sint vicibus quingentis minores, quàm quæ pondus corporis cujusvis, in librâ appensi, sensibiliter augere, vel minuere possint; & propterea corpus nullum appensum movebunt sensibiliter. Unde, nec in experimentis Pendulorum, Barometrorum, Insidentium aquæ stagnanti, & Staticis similibus, sensibiles edent effectus. Atmosphæra quidem his viribus fluet & refluet, ad modum Maris, sed motu tam exiguo, ut exinde ventus nullus sensibilis oriatur. Has vires Solis & Lunæ vix aliter quàm per æstus Maris sentiri posse.

Si Lunæ & Solis tam effectus in æstibus ciendis, quàm diametri apparentes æquarentur inter se, forent horum vires absolutæ ut magnitudines (per Coroll. 14. Prop. LXVI.) At lunaris effectus est ad effectum Solis, ut $5\frac{1}{3}$ ad 1, circiter: & diameter minor, in ratione $31\frac{1}{2}$ ad $32\frac{1}{5}$, seu 45 ad 46. Augenda est autem vis Lunæ in ratione effectûs directè, inque ratione triplicatâ diametri inversè: eoque pacto fiet vis Lunæ, collata cum ipsius magnitudine, ad vim Solis, collatam cum hujus magnitudine, ut $5\frac{1}{3}$ ad ad 1 semel, & 45 ad 46 ter; id est, ut $5\frac{7}{10}$ ad 1, circiter. Habet igitur Luna vim absolutam centripetam majorem in ratione $5\frac{7}{10}$ ad 1 pro magnitudine corporis sui, quàm Sol pro magnitudine sui; adeòque densior est in eâdem ratione. Corpus Lunare esse quasi sextuplò densius, quàm Solare.

Tempore 27$^{d.}$ 7$^{h.}$ 43′, quo Luna revolvitur circa Terram, revolvi posset Planeta circa Solem ad distantiam 18,954 diametrorum Solis ab ipsius centro, posito, quòd Solis diameter mediocris apparens sit $32'\frac{1}{3}$. Hoc tempore revolvi posset Luna circa Terram quiescentem, ad distantiam 30 diametrorum terrestrium. Si idem esset numerus diametrorum in utroque casu, foret vis absoluta Lunam densiorem esse Terrâ nostrâ in ratione 3 ad 2 circiter.

circumterrestris ad vim absolutam circumsolarem, ut magnitudo Terræ ad magnitudinem Solis (per Coroll. 2. Prop. LXXII.) Quoniam plures sunt diametri terrestres in ratione 30 ad 18,954, minus erit corpus Telluris in ratione illâ triplicatâ, hoc est, in ratione $3\frac{28}{29}$ ad 1. Est igitur vis Telluris, pro magnitudine corporis sui, ad vim Solis, pro magnitudine sui, ut $3\frac{28}{29}$ ad 1, atque adeò densitas Terræ ad densitatem Solis in eâdem ratione. Cùm igitur densitas Lunæ sit ad densitatem Solis ut $5\frac{7}{10}$ ad 1, erit densitas Lunæ ad densitatem Terræ ut $5\frac{7}{10}$ ad $3\frac{28}{29}$, seu 23 ad 16. Unde, cùm magnitudo Lunæ sit ad magnitudinem Terræ, ut 1 ad $41\frac{1}{2}$, circiter, erit vis absoluta centripeta Lunæ ad vim absolutam centripetam Terræ, ut 1 ad 29 circiter; nec non quantitas materiæ in Lunâ, ad quantitatem materiæ in Terrâ, in eâdem ratione. Hinc datur commune centrum gravitatis Terræ & Lunæ exactiùs, quàm antè: quo cognito, licebit jam distantiam Lunæ à Terrâ magis accuratè colligere. Sed malim expectare donec proportio corporum Lunæ ac Terræ ad invicem ex phænomenis æstûs marini determinetur exactiùs: sperans etiam interea confore, ut ambitus Terræ ex majoribus stationum intervallis mensuretur, quàm hactenus à quoquam factum fuit.

De Fixarum distantiâ.

Hactenus exposui Systema Planetarum. Stellas autem fixas immensis intervallis ab hoc Systemate distare colligitur ex defectu parallaxeos annuæ. Hanc minuto primo minorem esse certissimum est, & propterea distantias Fixarum superare distantiam Saturni à Sole, vicibus plusquam 360. Qui Terram Planetis, & Solem Fixis annumerant, longiùs amovebunt Fixas argumentis sequentibus. Ex Telluris motu annuo oriri debet translatio Fixarum inter se parallaxi duplicatæ propemodum æqualis. At Stellæ majores & propiores, respectu ulteriorum quæ per Telescopia solummodo visuntur, nondum moveri notantur. Demus motum earum minorem esse minutis viginti secundis, & distantia Fixarum proximarum superabit mediocrem distantiam Saturni vicibus 2000. Rursus, Saturnus disco suo 17″, vel 18″, lato excipit $\frac{1}{2100000000}$ partem, circiter, lucis Solaris. Namque, tantò minor est discus ille superficie totâ sphæricâ orbis Saturnii. Si Saturnus reflectere suppona-

ponatur quasi partem quartam hujus lucis, lux tota, quæ ab ejus hemisphærio lucido reflectitur, erit quasi $\frac{1}{4200000000}$ pars lucis totius manantis ab hemisphærio Solis. Ergo, cùm lux rarescat in duplicatâ ratione distantiæ corporis lucentis, si Sol magis distaret, quàm Saturnus, vicibus $10000 \times \sqrt{42}$, hic appareret æquè lucidus, ac jam Saturnus apparet; absque annulo suo; atque adeò paulò lucidior foret, quàm Stella fixa primæ magnitudinis. Ponamus igitur distantiam, quâ Sol luceret ut Fixa, majorem esse, quàm distantia Saturni, quasi vicibus 100000, & ipsius diameter apparens erit $7''''. 16'''''$, parallaxis autem à Terræ motu annuo orta $13''''$. Atque tanta erit distantia, diameter apparens, & parallaxis Fixarum magnitudinis primæ, Soli nostro, quoad magnitudinem & lucem, æqualium. Fingere quidem licet partem benè magnam lucis Fixarum, in transitu suo per tanta spatia, sisti & interire, adeòque Fixas propiùs admoveri debere: verùm, hac ratione, Fixæ ulteriores vix conspici possent. Demus, verbi gratiâ, tres quartas lucis partes interire in transitu à Fixis proximis ad nos; & partes tres quartæ bis interibunt in transitu per duplum spatium, ter in transitu per triplum, & sic deinceps; adeòque Fixæ, quæ sunt duplò remotiores, erunt sexdecim vicibus obscuriores; nimirùm quadruplò obscuriores, ob diminutam diametrum apparentem, atque rursus quadruplò obscuriores ob amissam lucem; & eodem argumento Fixæ triplò remotiores erunt $9 \times 4 \times 4$, seu 144 vicibus, obscuriores; & Fixæ quadruplò remotiores erunt $16 \times 4 \times 4 \times 4$, seu 1024 vicibus, obscuriores. Tanta autem lucis diminutio, cum phænomenis & hypothesi, quòd Fixarum diversæ sunt distantiæ, neutiquam consistit.

Tantis igitur intervallis ab invicem distantia Sidera, nec trahent se mutuò sensibiliter, nec à Sole nostro trahentur. At, Cometas vi circumsolari obnoxios esse, necesse est: etenim, ut defectus parallaxeos diurnæ extulit eos regionibus sublunaribus; sic ex parallaxi annuâ convincitur eorum descensus in regiones Planetarum. Nam, Cometæ, qui progrediuntur secundùm ordinem signorum, sunt omnes, sub exitu apparitionis, aut solito tardiores, aut retrogradi, si Terra est inter ipsos & Solem; at justo

*Cometas, quoties in conspectum veniunt, esse Jove propiores, probatur ex parallaxi in longitudinem.*

justo celeriores, si Terra vergit ad oppositionem. Et è contra, qui pergunt contra ordinem signorum, sunt justo celeriores in fine apparitionis, si Terra versatur inter ipsos & Solem; & justo tardiores, vel retrogradi, si Terra sita est ad contrarias partes. Contingit hoc maximè ex motu Terræ in vario situ. Si Terra pergit ad eandem partem cum Cometâ, & celeriùs fertur; Cometa fit retrogradus: si tardiùs, fit saltem tardior; &, Terrâ pergente ad contrarias partes, celerior. Et, (colligendo differentias inter motus celeriores & tardiores, atque summas motuum celeriorum & retrogradorum, easque cum situ & motu Terræ, ex quibus oriuntur, conferendo,) prodiit mihi ex hac parallaxi distantia Cometarum, quo tempore nudis oculis videri desinunt, minor semper, quàm distantia Saturni, &, utplurimum, minor quàm distantia Jovis.

Probatur ex parallaxi in latitudinem.

Idem colligitur ex curvaturâ viæ Cometarum. Pergunt hæc corpora propemodum in circulis maximis, quamdiu moventur celeriùs; at in fine cursûs, ubi motus apparens à parallaxi oriundus majorem habet proportionem ad motum totum apparentem, deflectere solent ab his circulis, &, quoties Terra movetur in unam partem, abire in partem contrariam. Oritur hæc deflexio maximè ex parallaxi, propterea quòd respondet motui Terræ; & insignis ejus quantitas, meo computo, collocavit disparentes Cometas satis longè infra Jovem. Unde consequens est, quòd in Perigæis & Periheliis, ubi propiùs adsunt, descendant sæpiùs infra orbes Martis & inferiorum Planetarum.

Probatur aliter ex parallaxi.

Confirmatur præterea tanta propinquitas ex parallaxi orbis annui, quatenus ea præterpropter colligitur per hypothesin, quòd Cometæ moventur uniformiter in lineis rectis. Nota jam est methodus (à Keplero tentata, à Wallisio, & Wrennio perfecta) colligendi distantiam Cometæ juxta hanc hypothesin ex quatuor observationibus: & Cometæ ad hanc regularitatem reducti transire solent per medium regionis Planetarum. Ut, Cometæ annorum 1607, & 1618, inter Solem & Terram definiente Keplero; ille anni 1664 infra orbem Martis, & iste anni 1680 infra orbem Mercurii, definientibus Wrennio & aliis. Per simi-

fimilem hypothefin rectilineam, HEVELIUS Cometas omnes, quorum obfervationes extant, locavit infra orbem Jovis. Errant igitur, & abfque calculo Aftronomico loquuntur, qui, ex regulari motu Cometarum, vel ablegant eos in regiones Fixarum, vel motum Telluri denegant; cum non poffint eorum motus ad omnimodam regularitatem fatis reduci, nifi ex admiffo tranfitu per regiones Telluri moventi vicinas. Et hæc funt argumenta ex parallaxi, quatenus ea, abfque exactâ cognitione orbium & motuum Cometarum, determinari poffit.

Confirmatur etiam propinquitas Cometarum ex luce capitum. Nam, corporis cœleftis, à Sole illuftrati & in regiones longinquas abeuntis, diminuitur fplendor in quadruplicatâ ratione diftantiæ; in duplicatâ ratione ob auctam diftantiam à Sole, & in aliâ duplicatâ ratione ob diminutam apparentem diametrum. Inde intelligitur, quòd Saturnus, ob duplam diftantiam & dimidiam ferè diametrum apparentem, apparere debet quafi 16 vicibus obfcurior quàm Jupiter, & quòd, fi diftantia ejus effet quadruplò major, foret lux ejus 256 vicibus minor, adeòque nudis oculis cerni vix poffet. Cometæ autem non rarò æquant Saturnum luce fuâ, nec tamen fuperant ipfum diametris apparentibus. Cometa anni 1678, juxta obfervationem HOOKII, æquabat luce fuâ Fixas primæ magnitudinis, & Caput ejus, feu Stella in medio Comæ, per Telefcopium pedum quindecim vifum, apparebat æquè lucidum, ac Saturnus propè Horizontem, diameter verò Capitis erat folummodo 25″, id eft, eadem ferè cum diametro circuli æquantis Saturnum cum annulo. Coma Capiti circumfufa erat quafi decuplò latior, nimirum $4\frac{1}{6}$ min. Rurfus Cometæ anni 1682 minima Capillitii diameter, per Tubum fexdecim pedum à FLAMSTEDIO obfervata & Micrometro menfurata, æquabat 2′. 0″. Nucleus autem, feu Stella in medio, vix decimam partem latitudinis hujus occupabat, adeòque lata erat tantum 11″, vel 12″; Luce verò & claritate Capitis fuperabat Cometam anni 1680, Stellafque primæ, vel fecundæ magnitudinis æmulabatur. Adde, quòd Cometa anni 1665 menfe *Aprili*, ut author eft HEVELIUS, claritate fuâ penè Fixas omnes fuperabat, quinetiam ipfum Satur-

Ex luce capitum probatur Cometas defcendere ad orbem Saturni.

F 3 num

num, ratione coloris videlicet longè vividioris. Quippe lucidior erat hic Cometa altero illo, qui in fine anni præcedentis apparuerat, & cum Stellis primæ magnitudinis conferebatur. Latitudo Capillitii erat quasi 6′, at Nucleus, cum Planetis ope Tubi optici collatus, planè minor erat Jove, & nunc minor corpore intermedio Saturni, nunc ipsi æqualis judicabatur. Adde Annulum, & Saturni facies jam dupla erit, lux verò haud intensior, quàm Cometæ; proindeque Cometa propior erat Soli, quàm Saturnus. Ex proportione Nuclei ad Capillitium, his observationibus patefactâ, & latitudine, quæ rarò superat 8′, vel 12′, patet Stellas Cometarum, ut plurimum, ejusdem esse apparentis magnitudinis cum Planetis; lucem verò intereà, cum luce Saturni non rarò conferri posse, eamque aliquando superare. Et inde distantias eorum in Periheliis vix esse majores, quàm Saturni. In distantiâ duplò majore lux foret quadruplò minor, & fusco pallore tantùm cederet luci Saturni, quantùm lux hujus cedit splendori Jovis: quæ differentia facilè notari posset. In distantiâ verò decuplò majore, corpora eorum superarent corpus Solis, lux autem cederet luci Saturni vicibus centum. Inque distantiis majoribus, corpora longè superarent Solem, at in tenebris profundis constituta non ampliùs cernerentur. Tantùm abest, ut Sole nostro in Fixis numerato, Cometæ ad medias regiones inter Solem & Fixas amoveantur. Ibi certè non multò magis illustrari deberent à Sole, quàm nos illustramur à maximâ Fixarum.

Ut & longè infra orbem Jovis, & quandoque infra orbem Terræ.

Hæc disputavimus non considerando obscurationem Cometarum per fumum illum maximè copiosum & crassum, quo Caput circundatur, quasi per nubem obtusè semper lucens. Nam, quantò obscurius redditur corpus per hunc fumum, tantò propius ad Solem accedat necesse est, ut, copiâ lucis à se reflexæ, Planetas æmuletur. Inde verisimile fit, Cometas longè infra sphæram Saturni descendere, ut ex parallaxi probavimus. Idem verò quammaximè confirmatur ex Caudis. Hæ, vel ex reflexione fumi sparsi per æthera, vel ex luce Capitis, oriuntur. Priore casu, minuenda est distantia Cometarum, ne fumus à Capite semper ortus per spatia nimis ampla, incredibili cum velocitate & expansione, propage-

pagetur. Posteriore, referenda est lux omnis, tam Caudæ, quàm Capillitii, ad Nucleum Capitis. Quòd, si imagineris lucem hanc omnem congregari, & intra discum Nuclei coarctari, Nucleus ille jam certè, quoties Caudam maximam & fulgentissimam emittit, Jovem ipsum splendore suo multùm superabit. Minore igitur cum diametro apparente plus lucis emittens, multò magis illustrabitur à Sole, adeòque erit Soli multò propior. Sic Cometa anni 1679, *Decembris* 12 & 15, Stylo veteri, quo tempore Caudam clarissimam emittebat, & luci multorum Jovium per tantum spatium diffusæ ac dilatatæ non imparem; magnitudine Nuclei, (ut observabat FLAMSTEDIUS,) cedebat Jovi, adeòque erat Soli longè vicinior. Quinimò minor erat Mercurio: nam die 17 mensis hujus, ubi Terræ propior erat, apparuit CASSINO, per Telescopium pedum 35, paulò minor globo Saturni. Die octavo mensis hujus, tempore matutino, vidit HALLEJUS Caudam perbrevem & latam &, quasi ex corpore Solis jamjam orituri, exeuntem, ad instar nubis insolito more fulgentis, nec priùs disparentem, quàm Sol ipse inciperet supra Horizontem conspici. Superabat igitur hic splendor lucem nubium usque ad ortum Solis, &, immediato Solis splendori solùm cedendo, vincebat longè lucem omnium Stellarum conjunctim. Non Mercurius, non Venus, non ipsa Luna, in tantâ Solis orientis vicinitate, cerni solet. Fingas lucem hancce dilatatam congregari, & in orbem Nuclei cometici Mercurio minorem coarctari: & splendore longè fortiori jam reddita magis conspicua, Mercurium longè superabit, adeòque erit Soli vicinior. Diebus 12 & 15 ejusdem mensis, Cauda hæc per spatium longè majus diffusa apparuit rarior, at luce tamen adeò forti, ut, Stellis fixis vixdum apparentibus, cerneretur; & mox trabis mirum in modum fulgentis speciem exhibuit. Ex longitudine quadraginta, vel quinquaginta graduum, & latitudine duorum, quantitatem lucis totius computes.

Confirmatur verò tantus Cometarum ad Solem accessus, ex situ eorum, ubi maximè fulgent. Nam, Capite per Solem transeunte & sub radiis solaribus adhuc latente, narrantur Caudæ omnium fulgentissimæ de Horizonte, ad modum trabium ignearum, exiisse.

Idem probatur ex insigni splendore Caudarum in viciniâ Solis.

exiisse, dein, Capite in conspectum veniente & longiùs à Sole recedente, splendorem semper minui & in pallorem, viæ lacteæ similem, sed imprimis multò magis conspicuam, postea verò languescentem, abire. Talis erat ardentissimus ille Cometa ab ARISTOTELE descriptus *lib.* I. *Meteor.* 6., cujus Caput primo die non conspectum est, eò quòd ante Solem, vel saltem sub radiis solaribus, occidisset; sequente verò die, quantùm potuit, visum est. *Nam, quàm minimâ fieri potest distantiâ, Solem reliquit & mox occubuit.* Ob nimium ardorem, Caudæ scilicet, nondum apparebat Capitis sparsus ignis, sed *procedente tempore* (ait ARISTOTELES) *cum* Cauda *jam minùs flagraret, reddita est* Capiti *Cometæ sua facies. Et splendorem suum ad tertiam usque Cœli partem*, id est ad 60$^{gr.}$, *extendit. Apparuit autem tempore hyberno, &, ascendens usque ad cingulum* Orionis, *ibi evanuit.* Ejusdem generis Cometas duos JUSTINUS *lib.* 37 describit, quos ait ita luxisse, *ut Cœlum omne conflagrare videretur; &, magnitudine sui, quartam Cœli partem occupasse, &, fulgore sui, Solis nitorem vicisse.* Quibus ultimis verbis juxtapositio ardoris Cometici & Solis, orientis, vel occidentis, insinuatur. Accedit Cometa anni 1101, vel 1106, cujus Stella erat parva & obscura, ut ille anni 1680, *sed splendor, qui ex eâ exivit, valde clarus &, quasi ingens trabs ad Orientem & Aquilonem tendebat*, ut habet HEVELIUS ex SIMEONE DUNELMENSI *Monacho*: Apparuit initio mensis *Feb.*, circa vesperum, ad occasum Solis brumalem. Inde, & ex situ Caudæ, colligitur Caput fuisse Soli vicinum. *A Sole*, inquit MATTHÆUS PARISIENSIS, *distabat quasi cubito uno, ab horâ tertiâ*, rectiùs sextâ, *usque ad horam nonam radium ex se longum emittens.* Cometa anni 1264 mense *Julio*, aut circa Solstitium, præcedebat Solem orientem, magnâ luce usque ad medium Cœli versùs occidentem radios suos emittens. Et initio, paulùm ascendebat supra Horizontem; sed, progrediente Sole, discedebat in dies ab Horizonte, donec tandem ipsum Cœli medium præteriret. Dicitur autem fuisse principiò magnus & clarus, Comam habens latam, quæ de die in diem cœpit deficere. Describitur autem in

*Append.*

*Append.* MATTH. *Parisf. Hist. Angl.* in hunc modum. *A. C. 1265 apparuit Cometa tam notabilis, ut nullus tunc vivens viderit talem prius. Ab oriente enim cum magno fulgore surgens, usque ad medium Hemisphærii versus occidentem omnia perlucidè pertrahebat.* Anno 1401, vel 1402, Sole infra Horizontem demerso, apparuit in occidente *Cometa lucidus ac clarus, Comam erectam explicans ignis flammantis specie, non secus ac hastam, ab occasu in ortum radios jaculans; à Sole infra Horizontem demerso propriis radiis effusis omnes orbis Terræ terminos conlustrabat, nec aliis Stellis lumen exserere concedebat, aut aerem noctis umbrâ infuscari; quòd ejus lumen aliorum splendorem vinceret, & ad Cœli verticem flammans protenderetur, quamdiu supra Horizontem extabat, &c. Hist. Byzant.* DUCÆ MICHAELIS *Nepotis, cap.* 16. Ex situ Caudæ, & tempore hujus primæ apparitionis, colligitur Caput tunc fuisse vicinum Soli, & in dies à Sole recessisse: nam Cometa ille tres menses perduravit. Anno 1527, *Aug.* 11, circa horam quartam matutinam, visus est per totam ferè *Europam* Cometa terrificus in *Leone*, duravitque per horam unam & quadrantem quotidiè flagrans. A subsolano ortus est, versùsque meridiem, & occidentem ascendit longitudine immensâ; sub septentrione autem maximè conspicuus fuit, & nube, (id est, Caudâ,) terribilis describitur; ex mente plebis, formam habens brachii incurvati cum gladio ingentis magnitudinis. Anno 1618 diebus extremis *Novembris* increbuit rumor apparere sub ortum Solis trabem candidam, quæ fuit nimirum Cauda Cometæ, Capite adhuc intra radiorum claritatem delitescente. *Novemb.* 24, & deinceps, visus est Cometa clarâ luce, Capite & Caudâ clarissimis. Longitudo Caudæ, quæ primùm graduum erat 20, vel 30, crevit usque ad *Decemb.* 9, quando evaserat graduum 75, at luce dilutiore semper & rariore, quàm sub initio. Anno 1668, *Mart.* 5, *st. n.* horâ septimâ vesp. *Pater* VALENTINUS ESTANCIUS *Brasiliæ* agens Cometam vidit Horizonti proximum ad occasum Solis brumalem, Capite minimo & vix conspicuo, Caudâ verò supra modum fulgente, ut stantes in litore speciem ejus è Mari reflexam facilè cernerent. Tantus au-

tem ſplendor tres ſolùm dies durabat, ſubinde notabiliter decreſcens; Cauda, ſub initio ab occidente in auſtrum vergens & Horizonti ferè parallela, ſpeciem habebat trabis ſplendentis longitudine 23 graduum. Poſtea verò, luce decreſcente, aucta eſt magnitudine, quoad uſque Cometa apparere deſiit. Unde & Cassinus *Bononiæ Martii* 10, 11, & 12, de Horizonte exeuntem vidit ad longitudinem graduum 32. In *Portugalliâ* verò, quartam ferè Cœli partem, id eſt, gradus 45, occupaſſe dicitur ab occidente in orientem ſplendore cum inſigni protenta; nec tamen tota apparuit, Capite ſemper in his regionibus infra Horizontem deliteſcente. Ex incremento Caudæ manifeſtum eſt, quòd Caput à Sole receſſit, eique proximum fuit ſub initio, ubi Cauda maximè ſplendebat. His omnibus adde Cometam anni 1680, cujus inſignem ſplendorem, in conjunctione Capitis cum Sole, jam antè deſcripſi. Arguit autem tantus ſplendor Cometas hujus generis reverà tranſire per fontem luminis, præſertim cùm Caudæ nunquam ita luceant in oppoſitione Solis, neque ibi legantur trabes igneæ apparuiſſe.

Probatur ex luce Capitum, quatenùs ea, ceteris paribus, major eſt in viciniâ Solis.

Idem denique colligitur ex luce Capitum creſcente in receſſu Cometarum à Terrâ Solem verſùs, ac decreſcente in eorum receſſu à Sole verſùs Terram. Sic enim Cometa poſterior anni 1665, obſervante Hevelio, ex quo conſpici cœpit, remittebat ſemper de motu ſuo, adeòque præterierat Perigæum, ſplendor verò Capitis nihilominus in dies creſcebat, uſque dum Cometa, radiis ſolaribus obtectus, deſiit apparere. Cometa anni 1683, obſervante eodem Hevelio, in fine menſis *Julii*, ubi primùm conſpectus eſt, tardiſſimè movebatur, minutos primos 40, vel 45, circiter, ſingulis diebus in orbe ſuo conficiens. Ex eo tempore motus ejus diurnus perpetuò augebatur, uſque ad *Sept.* 4, quando evaſit graduum quaſi quinque. Igitur toto hoc tempore Cometa ad Terram appropinquabat: Id, quod etiam ex diametro Capitis, micrometro menſuratâ, colligitur; quippe quam Hevelius reperit *Aug.* 6, eſſe tantùm 6′, 5″, incluſâ Comâ; at *Sept.* 2, eſſe 9′, 7″. Caput igitur, initio, longè minus apparuit, quàm in fine motûs: at initio tamen in viciniâ Solis longè lucidius extitit,

titit, quàm circa finem, ut refert idem Hevelius. Proinde toto hoc tempore, ob recessum ipsius à Sole, quoad lumen, decrevit non obstante accessu ad Terram. Cometa anni 1618, circa medium mensis *Decembris*, & iste anni 1680, circa finem ejusdem mensis, celerrimè movebantur, adeòque tunc erant in Perigæis: verùm splendor maximus Capitum contigit ante duas ferè septimanas, ubi modò exierant de radiis solaribus; & splendor maximus Caudarum paulò antè in majore vicinitate Solis. Die 12 mensis *Decembris* conspectum & à Flamstedio observatum est Caput Cometæ posterioris in distantiâ novem graduum à Sole; id, quod Stellæ tertiæ magnitudinis vix concessum fuisset. *Decemb.* 15, & 17, apparuit idem, ut Stella tertiæ magnitudinis, diminutum utique splendore nubium, juxta Solem occidentem. *Decem.* 26, velocissimè motus, inque Perigæo propemodum existens, cedebat *Ori Pegasi* Stellæ tertiæ magnitudinis; *Jan.* 3, apparebat ut Stella quartæ; *Jan.* 9, ut Stella quintæ; *Jan.* 13, ob splendorem Lunæ crescentis, disparuit; *Jan.* 25, vix æquabat Stellas magnitudinis septimæ. Caput verò Cometæ prioris, juxta observationes Cysati, *Decem.* 1, majus videbatur Stellis primæ magnitudinis, & *Decem.* 16, (jam in Perigæo existens,) magnitudine parvum, splendore, seu claritate luminis, plurimùm defecerat. *Jan.* 7, Keplerus, de Capite incertus, finem fecit observandi. Si sumantur æqualia à Perigæo hinc inde tempora, Capita in longinquis regionibus posita luxissent antè & pòst æqualiter, id adeò ob æquales distantias à Terrâ. Quòd uno casu maximè luxerunt, altero evanuerunt, vicinitati Solis in priore casu, distantiæ ejus in posteriore ascribendum est. Et, ex magnâ illâ lucis utriusque differentiâ, concluditur magna vicinitas in priore. Nam lux Cometarum regularis esse solet, & maxima apparere, ubi Capita velocissimè moventur, atque adeò sunt in Perigæis; nisi quatenus ea major est in viciniâ Solis.

Ex his intellexi tandem, cur Cometæ tantopere frequentent regionem Solis. Si cernerentur in regionibus longè ultra Saturnum, deberent sæpius apparere in partibus Soli oppositis. Forent enim Terræ viciniores, qui in his partibus versarentur, & Sol inter-

*Idem confirmatur ex magno numero Cometarum visorum.*

rum in regione Solis.

terpositus obscuraret ceteros. Verùm, percurrendo historias Cometarum, reperi, quòd quadruplò, vel quintuplò plures detecti sunt in hemisphærio Solem versùs, quàm in hemisphærio opposito, præter alios, proculdubio non paucos, quos lux solaris obtexit. Nimirum, in descensu ad regiones nostras, neque Caudas emittunt, neque adeò illustrantur à Sole, ut nudis oculis se priùs detegendos exhibeant, quàm sint ipso Jove propiores. Spatii autem tantillo intervallo circa Solem descripti pars longè major sita est à latere Terræ, quod Solem respicit, ìnque parte illâ majore, Soli, ut plurimum, viciniores, magis illuminari solent. Per orbium quoque insignem excentricitatem fit, ut Apsides imæ sint Soli longè propiores, quàm si revolutiones in circulis Soli concentricis peragerentur.

Confirmatur etiam ex Caudis majoribus & splendidioribus, post conjunctionem Capitum cum Sole, quàm antea.

Hinc etiam intelligimus, quare Cometarum Caudæ, in Capitibus ad Solem properantibus, raræ semper & breves apparent, & vix longitudinem graduum 15, vel 20 superasse leguntur; at, in recessu Capitum à Sole, fulgent sæpe ad instar trabium ignitarum, & mox ad gradus 40, 50, 60, 70, & ultra, in longum porriguntur. Oritur utique tantus Caudarum splendor, tantaque longitudo ex calore Solis Cometam prætereuntem calefaciente. Et inde colligere videor Cometas omnes, quorum tales sunt Caudæ, transiisse per viciniam Solis.

Caudas oriri ex Atmosphæris Cometarum.

Inde etiam colligere licet, quòd Caudæ oriantur ex Atmosphæris Capitum. Est autem de Caudâ opinio triplex; eam, vel jubar esse Solis per translucidum Cometæ Caput propagatum; vel oriri ex refractione lucis in progressu ipsius à Capite Cometæ in Terram; vel denique nubem esse, seu, vaporem à Capite Cometæ jugiter surgentem, & abeuntem in partes à Sole adversas. Opinio prima eorum est, qui nondum imbuti sunt scientiâ rerum opticarum. Nam, jubar Solis in cubiculo tenebroso non cernitur, nisi quatenus lux reflectitur à pulverum & fumorum particulis per aerem semper volitantibus: adeòque, in aere fumis crassioribus infecto, splendidius est & sensum fortiùs ferit; in aere clariore, tenuius & ægrè sensibile; in Cœlis autem, absque materiâ reflectente, nullum esse potest. Lux non cernitur, quatenus

tenus in jubare eſt, ſed quatenus inde reflectitur ad oculos noſtros. Nam viſio non fit, niſi per radios, qui in oculos impingunt. Requiritur igitur materia aliqua reflectens in regione Caudæ, & eâ ratione res redit ad opinionem tertiam. Nam, materia illa reflectens non alibi reperiri debet, quàm in regione Caudæ, ne Cœlum totum, luce Solis illuſtratum, uniformiter ſplendeat. Opinio ſecunda multis premitur difficultatibus. Caudæ nunquam variegantur coloribus; qui tamen refractionum ſolent eſſe comites inſeparabiles. Lux Fixarum & Planetarum, diſtinctè ad nos tranſmiſſa, demonſtrat, medium cœleſte nullâ vi refractivâ pollere. Nam, quod dicitur Fixas ab *Ægyptiis* comatas nonnunquam viſas fuiſſe, id, quoniam rariſſimè contingit, aſcribendum eſt nubium refractioni fortuitæ. Fixarum quoque radiatio & ſcintillatio ad refractiones, tum oculorum, tum aeris tremuli, referendæ ſunt; quippe quæ, admotis oculo Teleſcopiis, evaneſcunt. Aeris & aſcendentium vaporum tremore fit, ut radii facilè de anguſto pupillæ ſpatio per vices detorqueantur, de latiore autem vitri objectivi aperturâ neutiquam. Inde eſt, quòd ſcintillatio, in priore caſu generetur, in poſteriore verò ceſſet: & ceſſatio in poſteriore caſu demonſtrat regularem tranſmiſſionem lucis per Cœlos, abſque omni refractione ſenſibili. Nequis contendat, quòd Caudæ non ſoleant videri in Cometis, cùm eorum lux non eſt ſatis fortis, quia tunc radii ſecundarii non habent ſatis virium ad oculos movendos; & propterea Caudas Fixarum non cerni; ſciendum eſt, quòd lux Fixarum plùs centum vicibus augeri poteſt, mediantibus Teleſcopiis, nec tamen Caudæ cernuntur. Planetarum quoque lux copioſior eſt, Caudæ verò nullæ: Cometæ autem ſæpe caudatiſſimi ſunt, ubi Capitum lux tenuis eſt, & valde obtuſa. Sic enim Cometa anni 1680, menſe *Decembri*, quo tempore Caput, luce ſuâ, vix æquabat Stellas ſecundæ magnitudinis, Caudam emittebat ſplendore notabili uſque ad gradus 40, 50, 60, longitudinis, & ultra: poſtea, *Jan.* 27 & 28, Caput apparebat, ut Stella ſeptimæ tantùm magnitudinis, Cauda verò (luce quidem pertenui, at ſatis ſenſibili) longa erat 6, vel 7 gradus; &, luce obſcuriſſimâ, quæ cerni vix

posset, porrigebatur ad gradum usque duodecimum, vel paulò ultra. Sed, & *Feb.* 9 & 10, ubi Caput nudis oculis videri desierat, Caudam gradus duos longam per Telescopium contemplatus sum. Porrò, si Cauda oriretur ex refractione materiæ cœlestis, &, pro figurâ Cœlorum, deflecteretur de Solis oppositione, deberet deflexio illa, in iisdem Cœli regionibus, in eandem semper partem fieri. Atqui Cometa anni 1680 *Decemb.* 28, horâ $8\frac{1}{2}$ p. m. *Londini*, versabatur in ♓. 8°. 41′, cum latitudine boreali 28°. 6′. Sole existente in ♑. 18°. 26′. Et Cometa anni 1577, *Decemb.* 29, versabatur in ♓. 8°. 41′, cum latitudine boreali 28°. 40′, Sole etiam existente in ♑. 18°. 26′, circiter. Utroque in casu, Terra versabatur in eodem loco, & Cometa apparebat in eâdem Cœli parte: in priori tamen casu Cauda Cometæ, ex meis & aliorum observationibus, declinabat angulo graduum $4\frac{1}{2}$ ab oppositione Solis, aquilonem versùs; in posteriore verò, ex observationibus TYCHONIS, declinatio erat graduum 21 in austrum. Igitur, repudiatâ Cœlorum refractione, superest ut phænomena Caudarum ex materiâ aliquâ reflectente deriventur. Vapores autem, qui spatiis tam immensis implendis sufficiant, ex Cometarum Atmosphæris oriri posse sic facilè intelligetur.

*Aeris & vaporum immensam esse raritatem in spatiis cœlestibus: & perexiguam vaporum quantitatem ad phænomena Caudarum sufficere.*

Aer juxta superficiem Terræ spatium occupare noscitur quasi 1200 vicibus majus, quàm aqua ejusdem gravitatis; adeòque aeris columna cylindrica pedes 1200 alta, ejusdem est ponderis cum aquæ columnâ pedali latitudinis ejusdem. Columna autem aeris, ad summitatem Atmosphæræ assurgens, æquat pondere suo columnam aquæ pedes 33 altam, circiter; & propterea, si columnæ totius aereæ pars inferior pedum 1200 dematur, pars reliqua superior æquabit pondere suo columnam aquæ pedum 32. Igitur, in altitudine pedum 1200, seu stadiorum duorum, est pondus aeris incumbentis minus; atque adeò raritas aeris compressi major, quàm juxta superficiem Terræ in proportione 33 ad 32. Quo cognito, computare jam licet raritatem aeris per regiones universas (subsidio Corollarii Propositionis XXII. *Libri secundi Principiorum*) ex hypothesi, quòd aeris expansio sit compressioni reciprocè propor-

portionalis: comprobata est enim hæc proportio, tum HOOKII, tum aliorum experimentis. Computationem subjunximus in tabulâ sequente; ubi columna prima designat altitudinem aeris in milliaribus, quorum 4000 æquent semidiametrum Terræ; secunda compressionem aeris, seu pondus incumbens; ac tertia raritatem, seu extensionem aeris ejusdem, posito quòd gravitas decrescat in ratione duplicatâ distantiarum à centro Terræ. Latinorum verò characteres numerales hic usurpantur pro certo circulorum numero, ut scribendo 0,XVII 1224 pro 0,000000000000000001224 & 26956XV pro 26956000000000000000.

AERIS

| Altitudo. | Compressio. | Exporrectio. |
|---|---|---|
| 0 | 33 | 1 |
| 5 | 17,8515 | 1,8486 |
| 10 | 9,6717 | 3,4151 |
| 20 | 2,852 | 11,571 |
| 40 | 0,2525 | 136,83 |
| 400 | 0,XVII 1224 | 26956 XV |
| 4000 | 0,CV 4465 | 73907 CII |
| 40000 | 0,CXCII 1628 | 20263 CLXXXIX |
| 400000 | 0,CCX 7895 | 41798 CCVII |
| 4000000 | 0,CCXII 9878 | 33414 CCIX |
| Infinita. | 0,CCXII 6041 | 54622 CCIX |

Ex hac tabulâ liquet aerem in progressu ad superiora rarefieri, ut aeris, qui Terræ proximus est, sphæra diametro digiti unius descripta, & eadem deinceps rarefactione dilatata, in altitudine semidiametri unius Terrestris, impleret omnes Planetarum regiones, adusque sphæram Saturni & longè ultra; atque in altitudine decem semidiametrorum Terrestrium, impleret plus spatii, quàm Cœlum universum, (juxta computationem superiorem,) cis Fixas occupat. Et quamvis, ob longè crassiorem Cometarum Atmosphæram,

ram, magnamque vim centripetam circumsolarem, fieri possit, ut aer, in spatiis cœlestibus inque Cometarum Caudis, non adeò rarescat; perexiguam tamen quantitatem aeris & vaporum, ad omnia illa Caudarum phænomena, abundè sufficere ex hac computatione perspicuum est: nam, & Caudarum insignis raritas colligitur ex Astris translucentibus. Atmosphæra terrestris, luce Solis splendens, crassitudine paucorum milliarium, & Astra omnia & ipsam Lunam obscurat & extinguit penitus: per immensam verò Caudarum crassitudinem, luce pariter solari illustratam, Astra minima absque claritatis detrimento translucere noscuntur.

Quo pacto Caudæ oriri possint ex Atmosphæris Capitum.

Ascensum Caudarum ex Atmosphæris Capitum, & progressum in partes à Sole aversas, KEPLERUS ascribit actioni radiorum lucis, materiam Caudæ secum rapientium. Et auram longè tenuissimam, in spatiis liberrimis, actioni radiorum cedere non est à ratione prorsus alienum; non obstante, quòd substantiæ crassæ impeditissimis in regionibus nostris, à radiis sensibiliter propelli nequeant. Auctor alius particulas tam leves, quàm graves, dari posse existimat, & materiam Caudarum levitare, perque levitatem suam à Sole ascendere. Cùm autem gravitas corporum terrestrium sit, ut materia in corporibus, adeòque, servatâ quantitate materiæ, intendi & rémitti nequeat, suspicor ascensum illum ex rarefactione materiæ Caudarum oriri. Ascendit fumus in Camino impulsu aeris, cui innatat. Aer ille, per calorem rarefactus, ascendit ob diminutam gravitatem specificam, & fumum implicatum rapit secum. Quidni Cauda Cometæ ad eundem modum ascenderit à Sole? Nam, radii solares non agitant media, quæ permeant, nisi in reflexione & refractione. Particulæ reflectentes, eâ actione calefactæ, calefacient auram ætheream, cui implicantur. Illa, calore sibi communicato, rarefiet; &, ob diminutam eâ raritate gravitatem suam specificam, quâ priùs tendebat in Solem, ascendet instar fluminis, & secum rapiet particulas reflectentes, ex quibus Cauda componitur: impetu etiam lucis solaris, ut jam dictum est, ascensum promovente.

Easdem ex his Atmosphæris oriri.

Caudas autem à Capitibus oriri, & in regiones à Sole aversas ascendere, confirmatur præterea ex legibus, quas observant. Ut, quòd

quòd, in planis orbium Cometarum per Solem transeuntibus jacentes, deviant ab oppositione Solis in eas semper partes, quas Capita in orbibus illis progredientia relinquunt. Quòd Spectatori in his planis constituto apparent in partibus à Sole directè aversis; digrediente autem Spectatore de his planis, deviatio paulatim sentitur & in dies apparet major. Quòd deviatio, ceteris paribus, minor est, ubi Cauda obliquior est ad orbem Cometæ; ut, & ubi Caput ad Solem propiùs accedit. Quòd Caudæ non deviantes apparent rectæ, deviantes autem incurvantur. Quòd curvatura major est, ubi major est deviatio, & magis sensibilis ubi Cauda, ceteris paribus, longior est: nam in brevioribus curvatura ægrè animadvertitur. Quòd deviationis angulus minor est juxta Caput Cometæ, major juxta Caudæ extremitatem alteram; atque adeò, quòd Cauda, convexo sui latere, partes respicit, à quibus fit deviatio, quæque in rectâ sunt lineâ, à Sole per Caput Cometæ, in infinitum ductâ. Et quòd Caudæ, quæ prolixiores sunt & latiores & luce vegetiore micant, sunt ad latera convexa paulò splendidiores, & limite minùs indistincto terminatæ, quàm ad concava. Pendent igitur phænomena Caudæ à motu Capitis, non autem à regione Cœli, in quo Caput conspicitur; & propterea, non fiunt per refractionem calorum, sed à Capite suppeditante materiam oriuntur. Etenim ut, in aere nostro, fumus corporis cujusvis igniti petit superiora; idque, vel perpendiculariter si corpus quiescat, vel obliquè si corpus moveatur in latus; ita in Cœlis, ubi corpora gravitant in Solem, fumi & vapores ascendere debent à Sole, uti jam dictum est, & superiora vel rectà petere, si corpus fumans quiescit, vel obliquè, si corpus progrediendo loca semper deserit, à quibus superiores vaporis partes ascenderant. Et obliquitas ista minor erit, ubi ascensus vaporis velocior est, nimirum in viciniâ Solis & juxta corpus fumans. Namque, ibi potentior est vis illa Solaris, quâ vapor ascendit. Ex obliquitatis autem diversitate incurvabitur vaporis columna; & quia vapor in columnæ latere præcedente paulò recentior est, ideò etiam is ibidem aliquantò densior erit, lucemque propterea copiosiùs reflectet, & limite minùs indistincto terminabitur, vapore ad

ri docetur ex ipsarum variis phænomenis.

latus alterum paulatim languescente, & ex oculis sensim evanescente.

Cometas infrà orbem Mercurii quandoque descendere probatur ex Caudis.

Ceterùm, rerum naturalium causas reddere non est hujus instituti: vera an falsa fuerint hæc, quæ modò dicta sunt, id saltem in superioribus confecimus, radios à Caudis Cometarum, secundùm lineas rectas, per Cœlos propagari, adeòque à partibus Cœlorum venire, in quibus Caudæ Spectatoribus, ubicumque constitutis, apparent, quæque adeò à Capitibus Cometarum, in regiones à Sole aversas, porriguntur. Et hoc fundamento, limitem denuò Cometarum distantiis in hunc modum ponimus. Repræsentet *S* Solem; *T* Terram; *STA* distantiam Cometæ à Sole; & *ATB* apparentem longitudinem Caudæ. Et, quoniam lux propagatur à termino Caudæ secundùm lineam rectam *TB*, reperietur terminus ille alicubi in linea *TB*. Sit ipse punctum *D*; jungeque *DS*, secantem lineam *TA* in *C*. Et, quia Cauda semper opponitur Soli quamproximè, & propterea Sol, Caput Cometæ, & terminus Caudæ jacent in directum, reperietur caput Cometæ in *C*. Ipsi *TB* parallelam age *SA*, occurrentem lineæ *TA* in *A*; & Cometæ Caput *C* necessariò reperietur inter *T* & *A*, eò quòd terminus Caudæ reperitur alicubi in lineâ infinitâ *TB*, & lineæ omnes *SD*, quæ ab *S* ad lineam *TB* duci possunt, secant lineam *TA* alicubi inter *T* & *A*. Quare Cometa non potest longiùs abesse à Terrâ, quàm intervallo *TA*, nec à Sole, quàm intervallo *SA* ultra Solem, vel *ST* citra. Exempli gratiâ, *Decemb.* 12, 1680, Cometa distabat $9^{gr.}$ à Sole, & longitudo Caudæ erat $35^{gr.}$, ad minimum. Constituatur ergo triangulum *TSA*, cujus angulus *T* æquetur distantiæ graduum 9, & angulus *A* angulo *ATB*, seu longitudini Caudæ graduum 35; & erit *SA* ad *ST*, id est, limes maximæ possibilis distantiæ Cometæ à Sole, ad semidiametrum orbis magni; ut sinus anguli *T* ad sinum anguli *A*, hoc est, ut 3 ad 11, circiter. Quare Cometa, eo tempore, minùs distabat à Sole, quàm $\frac{3}{11}$ partibus distantiæ Terræ à Sole, & propterea versabatur, aut intra orbem Mercurii, aut inter orbem illum & Terram. Rursus, *Decemb.* 21, distantia Cometæ à Sole erat $32\frac{2}{3}^{gr.}$, & longitudo Caudæ $70^{gr.}$ Ergo, ut sinus $32\frac{2}{3}^{gr.}$ ad sinum

TAB. II. *Fig.* 8.

num 70gr., hoc eſt, ut 4 ad 7, ita erat limes intervalli inter Cometam & Solem ad diſtantiam Terræ à Sole; & propterea Cometa nondum exceſſerat orbe Veneris. *Decemb.* 28, diſtantia Cometæ à Sole erat 55gr. & longitudo Caudæ 56gr. Ergo, limes intervalli inter Cometam & Solem nondum æquabat diſtantiam Terræ à Sole; & propterea Cometa nondum exceſſerat orbe Telluris. Ex parallaxi autem colligitur, quòd exceſſus ille incidit in *Jan.* 5, circiter, quòdque Cometa deſcendebat longè infra orbem Mercurii. Concedamus ipſum in Perihelio fuiſſe *Decemb.* 8, quo tempore cum Sole conjungebatur, & in itinere, à Perihelio ad exitum de orbe Telluris, conſumentur dies 28; adeòque diebus viginti ſex, vel ſeptem, ſequentibus, quibus oculo inermi videri deſiit, vix duplicabat diſtantiam ſuam à Sole. Iiſdem argumentis limitando diſtantias aliorum Cometarum, pervenitur tandem ad hanc concluſionem, quòd Cometæ omnes, quamdiu ſe nobis oſtendunt, verſantur intra ſpatium ſphæricum centro Sole, & intervallo Solis ac Terræ, vel duplicato, vel ad ſummum triplicato, deſcriptum.

**Cometas moveri in Sectionibus conicis umbilicum habentibus in centro Solis; &, radiis ad centrum illud ductis, areas deſcribere temporibus proportionales.**

Verſantur igitur Cometæ, toto apparitionis tempore, intra ſphæram activitatis vis circumſolaris; adeòque agitantur ipſius impulſu, & propterea (per Coroll. 1. Prop. XIII. *Libri* I. *Princip.*) deſcribunt Conicas Sectiones, umbilicos habentes in centro Solis; &, radiis ad Solem ductis, conficiunt areas proportionales temporibus. Nam, vis illa in immenſum propagata reget motus corporum longè ultra orbem Saturni.

**Sectiones illas conicas eſſe Parabolis finitimas. Id ex velocitate Cometarum colligitur.**

Ceterùm de Cometis Hypotheſis eſt triplex: eos, vel generari & interire, quoties apparent & evaneſcunt; vel, de Fixarum regionibus venientes præterire Syſtema noſtrorum Planetarum; vel denique, circa Solem in orbibus valde excentricis perpetuò revolvi. Caſu primo, Cometæ, pro variâ ſuâ velocitate, movebuntur in Sectionibus quibuſcunque conicis; ſecundo, movebuntur in Hyperbolis; utroque, indifferenter frequentabunt regiones omnes tam Polorum, quàm Eclipticæ; tertio, motus peragentur in Ellipſibus valde excentricis, & ad ſpeciem Parabolarum quamproximè accedentibus; orbes autem, ſi lex Planetarum

H 2 ſerve-

ſervetur, haud multùm divaricabunt à plano Eclipticæ. Et, quantùm hactenus animadvertere potui, caſus tertius obtinet. Nam, Cometæ maximè frequentant Zodiacum, & vix unquam pertingunt ad latitudinem heliocentricam graduum quadraginta. Moventur etiam in Orbibus quamproximè parabolicis, uti colligo ex eorum velocitate. Nam velocitas, quâ Parabola deſcribetur, eſt ubivis ad velocitatem, quâ Cometa, vel Planeta, in circulo ad eandem à Sole diſtantiam revolvi poſſet, in dimidiatâ ratione numeri binarii ad unitatem (per Coroll. 7. Prop. XVI.) Et, meo quidem calculo, talis, circiter, reperta eſt Cometarum velocitas. Rem examinavi colligendo, prǽterpropter, velocitates ex diſtantiis, ac diſtantias ex parallaxi & phænomenis Caudæ conjunctim. Errores in velocitatis exceſſu, vel defectu, haud majores obvenere, quàm qui, ex erroribus in diſtantiis eâ ratione collectis, oriri potuerint. Sed & uſus ſum hujuſmodi ratiocinio.

Quanto tempore Cometæ in Trajectoriis Parabolicis percurrant Orbem magnum.

Diviſo Orbis magni radio in partes mille, deſignent numeri, in tabulæ ſequentis columnâ primâ, diſtantiam verticis Parabolæ à centro Solis in his partibus; & Cometa, temporibus in columnâ ſecundâ expreſſis, movebitur à Perihelio ad ſuperficiem ſphæræ, quæ, centro Sole, & radio Orbis magni, deſcribitur, & temporibus in Coroll. 3, 4, & 5, expreſſis duplicabit, triplicabit, & quadruplicabit eandem ſuam à Sole diſtantiam.

TAB.

TAB. I.

| Distantia inter centrum Solis & Perihelium Cometæ. | Tempus transitûs Cometæ à Perihelio ad distantiam à Sole, Radio Orbis magni. Æqualem. | | | Duplicato æqualem. | | | Triplicato æqualem. | | | Quadruplicato æqualem. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | dies | hor. | min. | dies | hor. | min. | dies | hor. | min. | dies | hor. | min. |
| 0 | 27. | 11. | 12 | 77. | 16. | 28 | 142. | 17. | 14 | 219. | 17. | 30 |
| 5 | 27. | 16. | 7 | 77. | 23. | 14 | | | | | | |
| 10 | 27. | 21. | 0 | 78. | 6. | 24 | | | | | | |
| 20 | 28. | 6. | 40 | 78. | 20. | 13 | 144. | 03. | 19 | 221. | 8. | 54 |
| 40 | 29. | 1. | 32 | 79. | 23. | 34 | | | | | | |
| 80 | 30. | 13. | 25 | 82. | 4. | 56 | | | | | | |
| 160 | 33. | 5. | 29 | 86. | 10. | 26 | 153. | 16. | 8 | 232. | 12. | 20 |
| 320 | 37. | 13. | 46 | 93. | 23. | 38 | | | | | | |
| 640 | 37. | 9. | 49 | 105. | 1. | 28 | | | | | | |
| 1280 | . . . | . . . | . . . | 106. | 06. | 35 | 200. | 6. | 43 | 297. | 3. | 46 |
| 2560 | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | 147. | 22. | 31 | 300. | 6. | 03 |

Quo tempore Cometa ingreditur sphæram Orbis magni, vel de eâdem egreditur, innotescit, præterpropter, ex parallaxi; expeditiùs autem per hanc Tabulam.

*Quo tempore Cometæ ingrediuntur Orbem magnum, & egrediuntur eodem.*

TAB. II.

| Distantia apparens Cometæ à Sole. | Cometæ motus apparens diurnus in Orbe suo. Directus. | | Retrogradus. | | Distantia Cometæ à Terrâ in partibus, quarum 1000 sunt Radius Orbis magni. |
|---|---|---|---|---|---|
| gr. | gr. | min. | gr. | min. | |
| 60 | 2. | 18 | 0. | 20 | 1000 |
| 65 | 2. | 33 | 0. | 35 | 845 |
| 70 | 2. | 55 | 0. | 57 | 684 |
| 72 | 3. | 7 | 1. | 9 | 618 |
| 74 | 3. | 23 | 1. | 25 | 551 |
| 76 | 3. | 43 | 1. | 45 | 484 |
| 78 | 4. | 10 | 2. | 12 | 416 |
| 80 | 4. | 47 | 2. | 49 | 347 |
| 82 | 5. | 45 | 3. | 47 | 278 |
| 84 | 7. | 18 | 5. | 20 | 209 |
| 86 | 10. | 27 | 8. | 19 | 140 |
| 88 | 18. | 37 | 16. | 39 | 70 |
| 90 | Infin. | | Infin. | | 00 |

Quâ velocitate Cometæ anni 1680 Orbem magnum trajecerint.

Incidit ingressus, vel egressus, in tempus distantiæ Cometæ à Sole, in Columnâ primâ è regione motûs diurni expressæ. Sic, anno 1681 *Jan.* 4. *st. v.*, motus diurnus apparens Cometæ in Orbe ipsius erat quasi $3^{gr.}\ 5'$. Huic respondens distantia est $71\frac{2}{3}^{gr.}$ Et assecutus est Cometa hanc à Sole distantiam, *Jan.* 4. circa horam sextam pomeridianam. Rursus, anno 1680, *Novembris* 11, Cometæ, qui tunc apparuit, motus diurnus erat quasi $4\frac{2}{3}^{gr.}$, & huic respondens distantia $79\frac{2}{3}^{gr.}$ incidit in *Novemb.* 10, paulò ante mediam noctem. Hisce quidem temporibus Cometæ assecuti sunt distantiam, quam habuit Terra à Sole, & Terra jam ferè in Perihelio versabatur. Computata est autem tabula prior pro mediocri distantiâ Terræ à Sole, assumptâ partium 1000, & major est hæc distantia intervallo, quod Terra, quasi spatio diei unius, motu suo annuo, vel Cometa, spatio horarum 16, motu suo percurrere potest. Ut Cometa reducatur ad mediocrem hanc distantiam partium 1000, addantur tempori priori, & auferantur posteriori, horæ sexdecim, & tempus prius evadet *Jan.* 4, horâ vespertinâ 10; posterius *Novemb.* 10, horâ matutinâ 6, circiter. Ex motuum diurnorum tenore & progressu colligitur, quòd conjungebatur Cometa uterque cum Sole inter *Dec.* 7, & *Dec.* 9. Inde ad *Jan.* 4, hor. 10 vesp. ex unâ parte, & *Nov.* 10, hor. 6 mat. ex alterâ, sunt dies quasi 28. Atque tot dies (per tab. I.) in Trajectoriis parabolicis consumi debebant.

Cometas hosce non fuisse duos, sed unum & eundem Cometam. Quo Orbe, & quâ velocitate hic Cœlos trajecit, docetur exactiùs.

Ceterum, ex coincidentiâ Periheliorum, & velocitatum consensu, verisimile fit, Cometas hosce, quos ut duos jam consideravi, non duos fuisse, sed unum & eundem Cometam. Eâ lege Orbita hujus Cometæ, vel Parabola erit, vel Conisectio à Parabolâ parum discrepans, & superficiem Solis propemodum tanget in vertice. Namque, ex tabula II., distantia Cometæ à Terrâ erat *Novemb.* 10, partium 360, circiter, & *Jan.* 4, partium 630, circiter. Inde, & ex longitudinibus & latitudinibus Cometæ, colligitur distantiam locorum à se invicem, in quibus Cometa tunc versabatur, fuisse partium quasi 280. Hujus dimidium 140 est ordinatim applicata ad Orbitam Cometæ abscindens partem axis ejus radio Orbis magni, seu partibus 1000, æqualem,

cir-

circiter. Et inde, dividendo quadratum ordinatæ 140, per axis partem abſciſſam 1000, invenietur latus rectum 19, 6, ſeu numero rotundo 20: cujus pars quarta, 5. eſt diſtantia inter verticem Orbitæ & centrum Solis. Diſtantiæ partium 5, in tabulâ primâ, congruunt dies 27, horæ 16, min. 7. Tanto igitur tempore Cometa conficiet iter in Orbe parabolico inter Perihelium ſuum, & ſuperficiem ſphæricam Orbis magni, radio partium 1000, deſcripti; atque adeò tempus illud duplicatum, ſeu dies 55 & horas $8\frac{1}{4}$, conſumet motu ſuo toto intra orbem magnum. Atque ita ſe res habet. Namque, à *Novemb.* 10, hor. 6 mat., quando Cometa hunc Orbem ingreſſus eſt, ad *Jan.* 4, hor. 10 veſp., quando is eodem egreſſus eſt, ſunt dies 55 & horæ 16. Differentia horarum $7\frac{3}{4}$ in rudi hocce computo contemnenda eſt, & fortè ex motu paulò tardiùs in orbitâ ellipticâ confecto oriri poteſt. Inter ingreſſum & egreſſum, tempus medium incidit in *Decem.* 8. *hor.* 2. *mat.* Igitur hoc tempore debuit Cometa reperiri in Perihelio. Et ecce Hallejus hoc ipſo die proximè ante ortum Solis Caudam perbrevem, latam, & fulgentiſſimam, uti diximus, ex Horizonte perpendiculariter ſurgentem vidit. Ex ſitu Caudæ colligitur Cometam jam prætergreſſum fuiſſe Eclipticam, & latitudinem borealem habuiſſe; adeòque Perihelium, quod ex alterâ parte Eclipticæ jacebat, jam tum præteriſſe; nondum tamen perveniſſe ad meridianum Solis. Inter Perihelium, itaque, & conjunctionem Solis Cometa jam conſiſtens, verſabatur ante horas paucas in Perihelio. Namque, in tantâ Solis viciniâ, moveri debuit celerrimè, & ſingulis horis gradus ferè dimidios apparenter percurrere.

Similibus computis colligo, quòd Cometa anni 1618 ingreſſus erat ſphæricum limitem Orbis magni *Decem.* 7, ad Solis occaſum. Incidit autem ipſius conjunctio cum Sole in *Novemb.* 9, vel 10, circiter; dies intercedunt quaſi 28, ut in Cometâ ſuperiore: nam, & ex Caudæ magnitudine, quâ par fuit Cometæ ſuperiori, veriſimile eſt ipſum pariter propemodum raſiſſe Solare corpus. Fulſerunt hoc anno Cometæ quatuor, quorum hic fuit ultimus: ſecundum, qui primò conſpectus eſt in viciniâ Solis

Quâ velocitate Cometæ moventur, docetur pluribus exemplis.

lis orientis *Octob.* 31, & mox ſub radiis Solaribus evanuit, ſuſpicor eundem fuiſſe cum quarto, qui de radiis Solaribus emerſit circa *Novemb.* 9. His adde, quòd Cometa anni 1607 ſphæram orbis magni ingreſſus fuit *Sept.* 14. *ſt. vet.*, & acceſſit ad minimam ſuam à Sole diſtantiam circa *Octob.* 19; dies intercedunt 35. Diſtantia illa Perihelii à Sole ſubtendebat angulum apparentem quaſi 23$^{gr.}$ ad Terram, adeòque erat partium 390: tot autem partibus in tab. I. reſpondent dies 34, circiter. Porrò, Cometa anni 1665 in ſphæram Orbis annui intrabat circa *Mart.* 17, & ad Perihelium accedebat circa *Apr.* 16; intercedentibus diebus 30. Diſtantia inter Perihelium & Solem ſubtendebat angulum quaſi 7$^{gr.}$ ad Terram, adeòque erat partium quaſi 122: & his partibus in tab. I. reſpondent dies 30. Rurſus, Cometa anni 1682 intrabat in ſphæram Orbis magni circa *Aug.* 11, & in Perihelio verſabatur circa *Sept.* 16, à Sole tunc diſtans intervallo partium quaſi 350, quibus, in tab. I., congruunt dies $33\frac{1}{2}$. Quinetiam, celebris ille Regiomontani Cometa, qui anno 1472, per regionem poli borealis trajiciendo, confecit uno die iter graduum quadraginta, limitem orbis magni ingrediebatur *Jan.* 21, quo tempore polum præteribat, & inde properans ad Solem occultabatur ſub radiis Solaribus in ultimis diebus *Februarii.* Unde veriſimile eſt, quòd dies triginta, aut paulò plures conſumpti ſint inter ingreſſum illum & Perihelium Cometæ, quòdque adeò Cometa iſte revera non celerior fuerit aliis Cometis, neque aliunde, quàm ex tranſitu ſuo per viciniam Terræ, tantam aſſecutus ſit celeritatem apparentem.

Proponitur inventio Trajectoriæ Cometarum.

Eſt igitur Cometarum velocitas, quatenus ea per hujuſmodi computationes nimium rudes definiri queat, ea ipſa, quâcum Parabolæ, vel his affines Ellipſes, deſcribi debeant: & propterea ex datâ inter Cometam & Solem diſtantiâ datur quamproximè. Et hinc oritur Problema tale.

PRO-

## PROBLEMA.

*Datur relatio inter velocitatem Cometæ & distantiam ipsius à centro Solis; requiritur Trajectoria.*

SOluto autem hoc Problemate, habebitur tandem methodus determinandi Trajectorias Cometarum quàm exactissimè. Nam, si relatio illa bis assumatur, & inde Trajectoria bis computetur, deinde ex observationibus inveniatur error Trajectoriæ utriusque; potest assumptio, per regulam falsæ positionis, corrigi, & sic tertia inveniri Trajectoria, quæ cum observationibus planè congruet. Et, hac methodo determinando Cometarum Trajectorias, sciri tandem potest exactiùs quasnam regiones hæc Corpora percurrunt, quantæ sint eorum velocitates, cujus generis Trajectorias describunt, & quænam sint Caudarum veræ magnitudines & formæ, pro variis Capitum distantiis à Sole. Quin etiam sperandum est, quòd hac methodo sciri tandem possit, utrùm Cometæ statis temporibus in orbem redeant, & quibus temporum periodis revolutiones singulorum compleantur. Solvitur autem Problema, colligendo primùm ex tribus, vel pluribus, observationibus motum horarium Cometæ ad tempus datum, deinde ex hoc motu Trajectoriam derivando. Sic, pendet inventio Trajectoriæ ab unicâ observatione, motuque horario, tempore illius observationis; atque adeò seipsam vel probabit, vel redarguet: nam conclusio, quæ, ex motu horæ unius & alterius, & hypothesi falsâ, deducitur, nunquam congruet cum motibus Cometarum à principio ad finem. Methodus computationis totius ita se habet.

## LEMMA I.

In Problematis solutionem præmittuntur Lemmata.

*Datas positione duas rectas* OR, TP, *tertiâ* RP *ad rectum angulum* TRP *secare, eâ lege ut, si ad datum aliquod punctum* S *ducatur recta* SP, *datum sit contentum Solidum sub ductâ illâ* SP *&* *quadrato rectæ* OR *terminatæ ad datum punctum* O.

TAB. II. *Fig. 9.*

Consit graphicè sic. Sit contentum illud datum $M^2 \times N$. Ad rectæ $OR$ punctum quodvis $r$ erige perpendiculum $rp$ occurrens ipsi $TP$ in $p$. Et per puncta $S$, $p$, age $Sq$ æqualem $\frac{M^2 \times N}{\overline{OR}^2}$. Simili Methodo, age tres, vel plures, rectas $S2q$, $S3q$, &c., & per puncta omnia $q$, $2q$, $3q$ acta linea regularis $q\ 2q\ 3q$ secabit rectam $TP$ in puncto $P$, à quo demittendum est perpendiculum $PR$. *Q. E. F.*

Trigonometricè sic. Assumatur linea novissimè inventa $TP$, & inde in triangulis $TPR$, $TPS$ dabuntur perpendicula $TR$, $SB$, & in triangulo $SBP$ latus $SP$, & error $\frac{M^2 \times N}{\overline{OR}^2} - SP$. Fac ut error iste, puta, $D$ sit ad errorem novum, puta, $E$, ut error $2p\ 2q \pm 3p\ 3q$ ad errorem $2p\ 3p$, vel error $2p\ 2q \pm D$ ad errorem $2pP$; & error ille novus additus vel subductus longitudini $TP$ dabit longitudinem correctam $TP \pm E$. Electio additionis vel subductionis inspectione Schematis dirigitur. Siquando opus fuerit ulteriore correctione, operationem repete.

Arithmeticè sic. Puta factum; sitque lineæ $TP$, graphicè inventæ, correcta longitudo $TP + e$; & correctæ longitudines linearum $OR$, $BP$, & $SP$, erunt $OR - \frac{TR}{TP}e$, $BP + e$, & $\sqrt{\overline{SP}^2 + 2BPe + ee} = \frac{M^2 \times N}{\overline{OR}^2 - \frac{2OR \times TR}{TP}e + \frac{\overline{TR}^2}{\overline{TP}^2}ee}$. Unde, per me-

tho-

thodum ferierum convergentium, fit, $SP+\frac{BP}{SP}e+\frac{\overline{SB}^2}{2\overline{SP}^3}ee$, &c. $=\frac{M^2N}{\overline{OR}^2}+\frac{2TR}{TP}\times\frac{M^2N}{\overline{OR}^3}e+\frac{3\overline{TR}^2}{\overline{TP}^2}\times\frac{M^2N}{\overline{OR}^4}ee$, &c. Pro datis $\frac{M^2N}{\overline{OR}^2}-SP$, $\frac{2TR}{TP}\times\frac{M^2N}{\overline{OR}^3}-\frac{BP}{SP}$, $\frac{3\overline{TR}^2}{\overline{TP}^2}\times\frac{M^2N}{\overline{OR}^4}-\frac{\overline{SB}^2}{2\overline{SP}^3}$, fcribe $F$, $\frac{F}{G}$, $\frac{F}{GH}$, &, fignis probè obfervatis, fiet $F+\frac{F}{G}e+\frac{F}{GH}ee=0$, & $e+\frac{ee}{H}=-G$. Hinc, neglecto termino perexiguo $\frac{ee}{H}$, prodit $e=-G$. Si error $\frac{ee}{H}$ non eft contemnendus, pone $-G-\frac{GG}{H}=e$.

Et nota, quòd his infinuatur Methodus generalis folvendi difficiliora Problemata, tam Trigonometricè, quàm Arithmeticè, abfque perplexis illis computis & refolutionibus affectarum æquationum, quæ hactenus in ufu fuerunt.

## LEMMA II.

*Datas pofitione tres rectas quartâ fecare, cujus partes interceptæ datam habeant proportionem ad invicem, quæque tranfeat per punctum, quod in unâ earum datur.*

DEntur pofitione $AB$, $AC$, $BC$, & in $AC$ detur punctum $D$. Ipfi $AB$ agatur parallela $DG$ occurrens $BC$ in $G$; capiatur $GF$ ad $BG$ in datâ illâ ratione, & agatur $FDE$: Erit $FD$ ad $DE$ ut $FG$ ad $BG$. *Q. E. F.* TAB. II. Fig. 10.

Trigonometricè fic. In triangulo $CGD$ dantur anguli & latus $CD$, & inde latera reliqua, & ex datis rationibus dantur lineæ $GF$ & $BE$.

## LEMMA III.

*Ad datum tempus invenire & graphicè exponere motum horarium Cometæ.*

TAB. II. Fig. 11. EX obſervationibus probæ fidei dentur tres Longitudines Cometæ. Sunto harum differentiæ *ATR*, *RTB*, & requiratur motus horarius ad tempus obſervationis longitudinis intermediæ *TR*. Ducatur, (per Lemma II.) recta *ARB*, cujus partes interceptæ *AR*, *RB* ſint, ut tempora inter obſervationes. Et, ſi corpus tempore toto totam percurrat lineam *AB* uniformiter, & interea ſpectetur de loco *T*, is erit motus ejus apparens circa punctum *R*, qui fuit Cometæ tempore obſervationis *TR*, quamproximè.

*Idem accuratiùs.*

DEntur longitudines hinc inde magis diſtantes *Ta*, *Tb*; &, (per Lemma II.,) ducatur *aRb*, cujus partes *aR*, *Rb* ſint, ut tempora inter obſervationes *aTR*, *RTb*. Secet hæc lineas *TA*, *TB*, in *D*, & *E*; &, quoniam error inclinationis *TRa* creſcit quaſi in duplicatâ ratione temporis inter obſervationes, age *FRG*, eâ lege, ut, vel angulus *DRF* ad angulum *ARF*, vel linea *DF* ad lineam *AF* ſit in duplicatâ ratione temporis totius inter obſervationes *aTb* ad tempus totum inter obſervationes *ATB*, atque loco lineæ *AB* ſuperiùs inventæ uſurpetur linea jam inventa *FG*.

Convenit angulos *ATR*, *RTB*, *aTA*, *BTb* haud minores adhiberi, quàm decem, vel quindecim graduum, ac tempora ipſis reſpondentia haud majora, quàm dierum octo, vel duodecim, atque longitudines capi ubi Cometa celerrimè movetur. Hoc enim pacto errores obſervationum minorem habebunt rationem ad differentias longitudinum.

LEM-

## LEMMA IV.

*Ad data tempora invenire longitudines Cometæ.*

FIT capiendo in linea $FG$ diſtantias $Rr$, $R\varrho$ temporibus proportionales, & ducendo lineas $Tr$, $T\varrho$. Operatio trigonometrica palàm eſt.

## LEMMA V.

*Invenire latitudines.*

AD radios $TF$, $TR$, $TG$ erigantur normaliter tangentes obſervatarum latitudinum $Ff$, $RP$, $Gg$. Ipſi $fg$ parallela ducatur $PH$. Huic occurrentia perpendicula $rp$, $\varrho\pi$, tangentes erunt latitudinum quæſitarum ad radios $Tr$, $T\varrho$.

## PROBLEMA I.

*Ex aſſumptâ ratione velocitatis determinare Trajectoriam Cometæ.*

DEſignent $S$ Solem; $t$, $T$, $\tau$ loca tria æquidiſtantia Telluris in ipſius Orbitâ; $p$, $P$, $\pi$ loca totidem reſpondentia Cometæ in ipſius Trajectoriâ, interpoſitis inter ſingula intervallis horæ unius; $pr$, $PR$, $\pi\varrho$, perpendicula demiſſa ad planum Eclipticæ, & $rR\varrho$ veſtigium Trajectoriæ in hoc plano. Jungantur $Sp$, $SP$, $S\pi$, $SR$, $ST$, $tr$, $TR$, $\tau\varrho$, $TP$, & coeant $tr$, $\tau\varrho$ in $O$: Converget $TR$ ad idem $O$ quamproximè, error ſaltem contemnendus erit. Per Lemmata præcedentia dantur anguli $rOR$, $RO\varrho$, & proportiones $pr$ ad $tr$, $PR$ ad $TR$, $\pi\varrho$ ad $\tau\varrho$. Datur etiam figura $tT\tau O$ magnitudine & poſitione, unà cum diſtantiâ $TS$ & angulis $STR$, $PTR$, $STP$. Aſſumamus velocitatem Cometæ in loco $P$ eſſe ad velocitatem Planetæ gyrantis in circulo ad eandem à Sole diſtantiam $SP$, ut $v$ (Solvitur Problema. TAB. II. Fig. 12.)

 ad

ad 1, & determinanda erit linea $pP\pi$ hac lege, ut ſit ſpatium à Cometâ duabus horis deſcriptum $p\pi$, ad ſpatium $v\times t\tau$, hoc eſt, ad ſpatium, quod Tellus eodem tempore deſcribit multiplicatum per numerum $v$, in dimidiatâ ratione diſtantiæ Telluris à Sole $ST$ ad diſtantiam Cometæ à Sole $SP$; utque ſit ſpatium $pP$ horâ primâ à Cometâ deſcriptum ad ſpatium $P\pi$ horâ ſecundâ à Cometâ deſcriptum, ut velocitas in $p$ ad velocitatem in $P$; hoc eſt, in dimidiatâ ratione diſtantiæ $SP$ ad diſtantiam $Sp$, ſive in ratione $2SP$ ad $SP + Sp$. Minutias enim toto hoc opere negligo, quæ errorem ſenſibilem creare nequeunt.

Imprimis igitur, ut in reſolutione æquationum affectarum Mathematici primâ vice radicem conjecturâ colligunt, ſic, in hoc opere analytico, conjecturam faciendo aſſequor, ut poſſim, diſtantiam quæſitam $TR$; &, (per Lemma II, ) duco $r\varrho$, primùm ita ut $rR$ & $R\varrho$ æquentur; deinde, (ubi proportio $SP$ ad $Sp$ hinc innotuerit) ita ut ſit $rR$ ad $R\varrho$, uti $2SP$ ad $Sp + SP$, & invenio rationes linearum $p\pi$, $r\varrho$, & $OR$ ad invicem. Ponatur eſſe $M$ ad $v\times t\tau$, ut $OR$ ad $p\pi$; &, ob proportionalia $\overline{p\pi}^2 : \overline{v\times t\tau}^2 :: ST : SP$, erit, ex æquo, $\overline{OR}^2 : M^2 :: ST : SP$, adeòque contentum Solidum $OR^2 \times SP$ æquale dato $M^2 \times ST$. Unde, ſi triangula $STP$, $PTR$, jam locentur in eodem plano, dabuntur $TR$, $TP$, $SP$, $PR$, (per Lemma I.) Hæc omnia perago primùm graphicè, opere celeri & rudi; dein graphicè, majori cum diligentiâ; ultimò per computationem numeralem. Tum, denuo ſitum linearum $r\varrho$, $p\pi$, determino accuratiſſimè unà cum nodis & inclinatione plani $Sp\pi$ ad planum Eclipticum, inque plano illo $Sp\pi$, (per Prop. XVI. Libri I. *Princip. Math.*) deſcribo Trajectoriam, in quâ corpus movebitur emiſſum de dato loco $P$ ſecundùm datam rectam $p\pi$, eâ cum velocitate, quæ ſit ad velocitatem Telluris, ut $p\pi$ ad $v\times t\tau$. *Q. E. F.*

PRO-

## PROBLEMA II.

*Assumptam velocitatis rationem & inventam Trajectoriam corrigere.*

ADhibeatur observatio Cometæ sub finem motûs, aliave aliqua quàm longissimè distans ab observationibus priùs adhibitis; & radii, qui in illâ observatione ad Cometam ducitur, planique $Sp\pi$ quæratur intersectio, ut & locus Cometæ in Trajectoriâ ad tempus illius observationis. Si intersectio ista incidit in hunc locum, argumento est Trajectoriam rectè inventam esse. Sin minùs; sumendus erit novus numerus $v$, & Trajectoria nova invenienda; dein locus Cometæ in hac Trajectoriâ tempore observationis illius probatoriæ, & intersectio radii cum plano Trajectoriæ determinandi, ut priùs. Et ex variatione erroris, collatâ cum variatione aliarum quantitatum, colligetur per regulam auream, quantæ debeant esse variationes, seu correctiones illarum aliarum quantitatum, ut error evadat quàm minimus. Quibus adhibitis correctionibus habebitur Trajectoria exactè satis; posito quòd computatio innixa fuit observationibus exactis, quòdque non multùm erratum fuit in assumptione quantitatis $v$. Nam, si multùm erratum fuit, iterandum est opus, eousque dum Trajectoria inveniatur exactè satis. *Q. E. F.*

*FINIS.*



OPUS-

*OPUSCULUM XVIII.*

# ISAACI NEWTONI,

*EQUITIS AURATI*

IN

ACADEMIA CANTABRIGIENSI

*Matheseos olim Professoris Lucasiani*

# LECTIONES OPTICÆ,

Annis MDCLXIX, MDCLXX & MDCLXXI.

*In Scholis publicis habitæ, & ex MSS. editæ*

LONDINI: An. 1729.



# OPTICÆ

## *PARS PRIMA.*

## De Radiorum Lucis Refractionibus.

---

### SECTIO PRIMA.

### I.

### *Radiorum diversam esse refrangibilitatem.*



NVENTIO Telescopiorum nupera plerosque Geometras ita exercuit, ut nihil in Opticâ non tritum, nullum inventioni præterea locum aliis reliquisse videantur. Et insuper, cùm Dissertationes, quas hic, non ita pridem, audivistis, tantâ rerum opticarum varietate, novarum copiâ, & accuratissimis earundem demonstrationibus fuerint compositæ; frustranei fortè videantur conatus, & labor inutilis, si ego Scientiam hanc ite-

Pars I. Sectio I.

rum tractandam suscepero. Verùm, cùm Geometras in quâdam Lucis proprietate, quæ ad Refractiones spectat, hucusque hallucinantes videam, demonstrationes suas in hypothesi quâdam physicâ haud bene stabilitâ tacitè fundantes; non ingratum me facturum judico, si principia Scientiæ hujus examini severiori subjiciam, &, quæ ego de iis simul excogitavi, & experientiâ multiplici habeo comperta, subnectam iis, quæ Reverendus meus Antecessor hic loci postrema dixit.

Imaginantur Dioptrices studiosi, quòd Perspicilla ad quemlibet perfectionis gradum perduci possent, modò vitris, dum perpoliuntur, geometricam, quam vellent, figuram communicare concederetur; & in eum finem instrumenta varia fuêre excogitata, quibus vitra in figuras hyperbolicas, vel etiam parabolicas, contererentur. Sed exacta istarum figurarum fabricatio nemini hucusque successit: scilicet aratur litus; &, ne labores suos in negotio desperato diutiùs insumant, iis polliceri audeo, quòd, licèt omnia fierent feliciter, nihil minùs tamen, quàm votis suis responderent. Etenim vitra, licèt efformentur secundùm figuras in istum finem optimas, quæ possunt excogitari; tamen non duplò pliùs præstabunt, quàm sphæricæ æquali politurâ perfectæ. Hæc autem non ideo loquor, quasi peccatum esse à Scriptoribus Optices contenderem; illi enim omnia, pro intentione demonstrationum suarum, accuratè quidem & verissimè dixerunt; sed aliquid tamen, idque maximi momenti, reliquerunt Posteris inveniendum; scilicet in Refractionibus irregularitatem quandam reperio, quæ omnia perturbat, & non solùm efficit, ut figuræ conicarum Sectionum sphæricas non multùm superent, sed etiam, ut sphericæ multò minus præstent, quàm præstarent, si dicta Refractio esset uniformis.

Itaque in Dioptricâ pedem figo; non, ut eam pertractarem de integro, sed tantùm, ut hanc de naturâ Lucis proprietatem rimarer primò; deinde, ut ostenderem, quantùm ex hâc proprietate perfectio Dioptrices impeditur; & quo pacto incommodum istud, quatenus natura rei finit, devitetur. Ubi & nonnulla proferam, quæ ad Telescopiorum juxta & Microscopiorum, tum theo-

riam

riam, tum praxin spectant; ostendens, quòd Optices summa perfectio, præter opinionem receptam, ex Dioptricâ & Catoptricâ mixtis * petenda est. Ac interea discrimen Colorum, & eorum genesin à Prismatibus, & corporibus etiam coloratis, fusè explicabo. De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.

## II.

### *Quòd omnium Radiorum non sit eadem Refrangibilitas.*

De Luce itaque compertum habeo, quòd Radii ejus, quoad quantitatem Refractionis, ab invicem differant. Ex iis, qui omnes habent eundem angulum Incidentiæ, alii angulum Refractionis aliquantò majorem, alii minorem habebunt. Plenioris illustrationis gratiâ, sit EFG (*Fig.* 1.) superficies quælibet refringens, puta, vitrea, & ducatur quævis OF huic occurrens in F, & cum eâ efficiens angulum OFE acutum. Concipe etiam Radios solares per istam lineam OF sibi continuò successivos fluere, ita ut alii post alios in punctum F impingant, ibidemque in medium densius refringantur; vel, si mavis, finge parallelos Radios indefinitè parum distare ab OF, & incidere in puncta ipsi F vicinissima. Jam, ex opinione receptâ, hi Radii, eandem habentes Incidentiam, eandem quoque Refractionem omnes habere debent, puta, in lineam FR. At contrarium compertum habeo; scilicet, quòd, postquam refringuntur, divergant ab invicem, quasi quidam refringerentur in lineam FP, alii in lineam FQ, & alii in lineas FR, FS, & FT, ac alii etiam innumeri per spatia intermedia, ut & ultrà citràque nonnulli pervagantes, prout Radius quilibet ad Refractionem majorem, minoremve patiendum sit aptus. Invenio præterea, quòd Radii FP, maximè refracti, Colores purpureos producant, & illi FT, minimè refracti, rubros; qui autem, hisce intermedii, FQ, FR, FS, pergunt, Colores intermedios, nempe, cæruleos, virides, & flavos generant: & sic Radii, prout apti sunt, ut alii aliis magis atque magis refringantur, TAB. I.



* Ut in Telescopio Cata-dioptrico. Vid. *Transact. Philos.* No. 81 & NEWTONI *Optica* Lib. 1. Part. 1. Prop. VII. & VIII.

Pars I. Sectio I. tur, hos ordine Colores, rubrum, flavum, viridem, cæruleum, & purpureum generant, unà cum omnibus intermediis, quos in Iride liceat conspicere; unde productio Colorum Prismatis & Iridis facilè patebit. Sed, his jam perfunctoriè notatis, quæ de Coloribus dicenda sunt, in posterum differam.

## III.

### *Probatur, experimento vulgari, per longitudinem imaginis solaris refractæ.*

Sententia nostrâ de hâc re sic breviter explicatâ, ne putetis fabulas pro veris enarratas esse, rationes & experimenta, quibus isthæc innituntur, continuò proferam. Et, quoniam experimentum quoddam Prismatis valdè obvium mihi primò dedit occasionem excogitandi reliqua, istud primùm explicabo. Sit F (*fig.* TAB. I. 2.) foramen aliquod in pariete, vel fenestrâ cubiculi, per quod Radii solares OF trajiciantur, reliquis ubique foraminibus diligenter obturatis, ne Lux alibi ingrediatur. Ista autem obscuratio cubiculi non est prorsus necessaria, sed efficit tantùm, ut experimentum evadat aliquantò evidentius. Deinde Prisma triangulare vitreum A*a*B*b*C*c* ad foramen istud applicetur, quod Radios OF per se trajectos refringat versùs PYTZ, quos Radios, opposito pariete, vel papyro aliquâ, ad distantiam à Prismate satis magnam objectâ, terminatos, videbis in figuram PYTZ valdè oblongam efformari, cujus nempe longitudo PT sit quadruplex latitudinis YZ & ampliùs. Et hinc evinci certò videtur, quòd Radiorum æqualiter incidentium alii majorem aliis Refractionem patiuntur. Nam, si contrarium esset verum, prædicta Solis imago appareret ferè orbicularis, &, in quâdam positione Prismatis, ad sensum orbicularis conspiceretur; id, quod contra omnem experientiam est. Quocunque enim situ Prisma disposui, nunquam tamen potui efficere, quin longitudo imaginis esset latitudinis plusquàm quadrupla; angulo scilicet Prismatis ACB, vel *acb* existente graduum, plùs minùs, sexaginta.

IV.

De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.

## IV.

*Casus, in quo Radii æquè refrangibiles faciunt imaginem orbicularem.*

Quòd autem datur quædam Prismatis positio, in quâ imago Solis, ex opinione de Refractionibus receptâ, appareret orbicularis, sic ostendo. Juxta foramen, in fenestrâ cubiculi factum, Prisma collocetur foras; vel, quod eòdem recidit, sit EG (*fig.* 3.) corpus aliquod opacum citrà Prisma locatum, in quo sit F foramen indefinitè parvum & orbiculare, per quod Radii refracti in parietem directè oppositum, ad imaginem PYTZ ibi depingendam, trajiciantur; & ponatur ABC esse planum secans A*a*cC, B*b*cC, plana refringentia, perpendiculariter, atque etiam transiens per foramen F, ut & per centrum Solis DIHV, quem bisecet secundùm diametrum ejus DH, à cujus extremitatibus Radii DK & HN, in eodem plano jacentes, adveniant, qui, postquàm refringuntur, (DK in K*n*, & *n*T, atque HN in N*k*, & *k*P) utrinque pergant per centrum foraminis F; & præterea sit talis inclinatio Prismatis ad istos Radios, ut anguli AKD & B*k*F fiant æquales. Deinde sit IV alia Solis diameter prædicto plano ABC perpendicularis, à cujus extremitatibus alii duo Radii VL, & IM adveniant; alter IM cis planum ABC, qui refringatur in M*l*, & *l*Y; alter verò VL ultra planum istud, qui refringatur in L*m*, & *m*Z, & prædicti quatuor Radii sese omnes decussent in medio foraminis F. Denique ponatur, quòd imago lucida PYTZ foramen directè respiciat, ita scilicet ut FP, & FT, item FY, & FZ æquales fiant. Dico jam, quòd, in istâ positione Prismatis, anguli PFT, ac YFZ æquales essent, supposito Radios omnes æquè refringi, qui eundem habent angulum Incidentiæ, & proinde, quòd imago ista, sensui saltem, deberet esse orbicularis; utpote cujus diametri PT & YZ sese decussant perpendiculariter, & æquales istos angulos subtendunt. TAB. I.

V.

## V.

### *Demonstratio casûs istius.* PARS I.

Pars I. Sectio. Angulos autem istos PFT, & YFZ æquales esse sic demonstro. Concipe Radium aliquem à P per *k*, & N retrocedere, dum alius Radius pergit à D, per K & *n*; itaque, cùm anguli AKD, & B*k*F supponantur æquales, erunt etiam anguli, per primas Refractiones facti, AK*n*, & B*k*N, æquales; unde triangula CK*n*, & C*k*N erunt similia, & eorum anguli externi *k*NA, K*n*B æquales; & proinde anguli, per secundas Refractiones facti, ANH, & B*n*F, sunt æquales. Quare, cùm anguli AKD, & B*k*F, item ANH, & B*n*F sint æquales, eorum differentiæ erunt etiam æquales; hoc est, angulus *n*F*k*, sive PFT, æqualis angulo, quem Radii DK, & HN comprehendunt, sive diametro solari. Quare, cùm demonstratum fuerit, quòd angulus YFZ æquatur eidem diametro, liquebit propositum. Istud autem ut fiat, Theorema quoddam, more Lemmatis, præsternendum est.

## VI.

### LEMMA *ad secundam partem.*

TAB. II. Sint duo plana (*fig.* 4.) ABCD, & EFGH sibimet perpendicularia, quorum communis intersectio sit KL; & sit IP Radius quilibet, qui, in planum ABCD incidens ad punctum P, ab eo refringitur in PR; Dico, quòd sinus anguli, quem Radius incidens IP efficit cum plano perpendiculari FH, sit ad sinum anguli, quem Radius refractus PR efficit cum eodem plano, sicut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, & proinde in ratione datâ. Sumptis enim Radiis IP, & PR æqualibus, & demissis IQ, & RV ad planum FH perpendicularibus; & præterea ad punctum Incidentiæ erectâ SPT perpendiculari ad planum refringens BD, (quæ ideo cum altero plano FH coincidet;) & ad istam

istam demissis IS & RT iterum perpendicularibus; erit IPQ angulus, quem Radius incidens IP efficit cum plano perpendiculari FH; & RPV angulus, quem Radius refractus PR efficit cum eodem plano. Item IPS angulus Incidentiæ, & RPT angulus Refractionis. Quare, si IP, vel PRr supponatur radius circuli, erunt IQ, RV; & IS, RT dictorum angulorum sinus. Sed IQ & RV sunt paralleli, (6. 10. Elem.,) propterea quòd eidem plano FH sunt perpendiculares. Item IS & RT sunt paralleli, (28. 1. Elem.,) quia, jacentes in eodem plano ISPTR, eidem rectæ ST perpendiculariter insistunt. Hoc est, rectæ IQ, IS, quæ angulum QIS comprehendunt, sunt parallelæ rectis RV, RT, comprehendentibus angulum VRT. Quare isti anguli QIS & VRT sunt æquales, (10. 11. Elem.:) Ductis autem QS & VT, fient anguli IQS & RVT recti; (Def. 3. 11. Elem.,) quia rectæ IQ & RV plano FH perpendiculariter insistunt. Ergo triangula IQS & RVT sunt similia, (4. 6. Elem.,) & IQ. RV : : IS. RT; hoc est, sinus angulorum, quos Radius incidens, & refractus efficiunt cum plano aliquo FH ad refringens planum BD perpendiculari, sunt ut sinus Incidentiæ, & Refractionis, & proinde in ratione datâ. Quippe sinuum istorum rationem esse datam CARTESIUS edocuit, & alii deinde fuerunt experti. Pars I. Sectio. I.

Quinetiam Theorematis jam demonstrati veritas manebit salva, licèt planum FH plano refringenti BD alibi perpendiculariter insistat, quàm ad punctum refringens P. Exinde enim neque anguli cum Radiis & plano FH effecti, neque ideo sinus istorum angulorum immutabuntur.

## VII.

## PARS SECUNDA.

Hisce ita præmonstratis, ad propositum jam revertar; demonstraturus scilicet angulum YFZ (in *Fig.* 3.) diametro Solis, ac TAB. I.

proinde angulo PFT, æquari. Ex supra positis liquet, quòd planum KDHN$k$F$n$ bisecat angulum Radiis IM & VL utrinque jacentibus contentum. Itaque, cùm iste angulus æquetur diametro solari, angulus, quem Radiorum alter, puta IM, cum dicto plano facit, æquabitur semidiametro solari, cujus esto sinus A; & B sinus anguli, quem Radius iste refractus M$l$ facit cum eodem plano. Jam, cùm planum istud supponatur perpendiculare ad Prismatis refringens planum AC, erit, ex præcedenti Lemmate, sinus A ad sinum B sicut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis è medio rariori in medium densius. Vel, è contra, sicut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis è medio densiori in rarius, ita erit B ad A. Quare, cùm dictum planum DHF etiam perpendiculare sit ad alterum Prismatis planum BC, quod Radios è medio densiori in rarius refringit, & insuper, cùm B supponatur anguli sinus, quem Radius incidens M$l$ facit cum plano isto perpendiculari DHF, erit (per Lemma præcedens) A sinus anguli, quem Radius refractus $l$F facit cum eodem plano DHF; sed A ponitur sinus semidiametri solaris, ergo ille angulus, quem Radius $l$F facit cum plano DHF, æquatur semidiametro solari, & ejus duplus $l$F$m$, sive YFZ, toti diametro; &, cùm supra fuerit ostensum, quòd angulus PFT sit eidem diametro æqualis, isti duo anguli YFZ & PFT erunt æquales. Q. E. D.

Jam, si planum YFZ esset perpendiculare plano imaginis PYTZ, æquè ac planum PFT, istæ quatuor lineæ FP, FT, FY, & FZ, quæ angulos æquales comprehendunt, essent omnes inter se æquales; & proin subtensæ PT, & YZ etiam æquarentur. Sed, qui rem seriò perpendit, inveniet Radios collaterales VL$m$FZ, & IM$l$FY duobus reliquis DK$n$FT, & HN$k$FP paulò minùs refringi, & idcirco planum YFZ paulò magis declinabit è Radio FP, quàm ab FT, secans lineam PT infra medium ejus punctum X; & sic, divaricans à perpendiculari FX, (quam concipe ductam,) erit aliquantulùm obliquum ad planum imaginis PYTZ, & eâ de causâ lineæ FY, & FZ erunt paulò majores, quàm FP, & FT; & subtensa YZ paulò major,

major, quàm ſubtenſa PT. Sed hujus rei demonſtrationem, utpote nimis longam & propoſito meo non omnino neceſſariam, prætermitto. Etenim non multùm refert, utrùm planum YFZ ſit rectum ad planum imaginis PYTZ, vel nonnihil obliquum; hoc eſt, utrùm YZ ſit æqualis, vel major, quàm PT; ſufficit, quòd nequit eſſe minor. Imò, cùm propter iſoſcelia triangula PFT, & YFZ, ſit FP. FY::PT. YZ, atque FP & FY ſint quàm proximè æquales, tantilla erit inter PT, & YZ differentia, ut, quoad ſenſum, pro æqualibus haberi poſſint.

De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

## VIII.

*In iſto tamen caſu longitudo imaginis pluſquàm quadruplex eſt latitudinis. Unde varia Refrangibilitas evincitur.*

Oſtenſus itaque caſus eſt, in quo longitudo ſolaris imaginis per Priſma trajectæ conſpiceretur æqualis ejuſdem latitudini, & proinde, in quo imago iſta quaſi orbicularis appareret, modò vera eſſet opinio vulgaris. Quinimo, licèt poſitio Priſmatis alia ſit, atque deſcripſi, modò Radii utrinque Refractionem non valdè inæqualem patiantur, figura tamen imaginis eapropter vix immutabitur: Nec multùm intereſt, an corpus opacum EG, foramine F ad Radios tranſmittendos terebratum, citrà Priſma collocetur, vel ultra; neque figura foraminis multùm curanda eſt, modò ſit exigua. Etenim tam parvæ variationes haud plùs mutabunt imaginem, quàm decimâ, fortè, vel quintâ parte diametri ſuæ, ſicut cogitanti patebit. Atque ita, ut paucis tandem comprehendam omnia, liquet, quòd imago Solis refracta, ut plurimum, deberet eſſe ſenſui quaſi orbicularis, ſi modò ejuſdem Incidentiæ in idem medium Refractio ſemper foret eadem. Sed prius repugnat experientiæ; longitudine ſcilicet ejus latitudinem pluſquàm quatuor vicibus, ut dictum fuit, excedente: Ergo poſterius repugnat veritati, & ejuſdem Incidentiæ Refractio eſt varia.

## IX.

### *Ejusdem rei demonstratio brevior.*

Ex eodem experimento potui propositum sic breviùs indicasse; nempe, cùm ita disposuissem Prisma, ut Refractio Radiorum, tum ingredientium, tum egredientium, foret quasi æqualis, angulos PFT, & YFZ (*Fig.* 2, vel 3.) dimensus sum, & inveni quidem angulum YFZ semissi gradûs, sive diametro Solis, æqualem. At angulus PFT eandem diametrum quater, & ampliùs, superavit, cui tamen æqualis esse debuisset, ex parte priori præcedentis demonstrationis; & inde planissimè liquet propositum. Verùm in eorum gratiam, quæ mox sequentur, opporteret demonstrasse, quòd illi Radii, quorum Refrangibilitas non est dispar, efformabunt imaginem ferè orbicularem; & eâ de re mihi visum fuit demonstrationem istam, etiamsi longiusculam, in illustrationem hujus experimenti hic adduxisse.

TAB. I.

## X.

### *Quo pacto Prisma facilè statui potest in situ ad experienda prædicta requisito.*

Verùm, cùm in experiendis prædictis eam esse positionem Prismatis supposuerim, ut Radii ad utramque faciem Prismatis æqualiter refringantur; conclusionis loco, dicam, quâ ratione istud citò fiat & facilè. Si Prisma teneatur in Luce solari, & motu lento circa axem suum convertatur, videbis Colores, quos efficit, de loco in locum continuo motu translatos esse, ita quidem, ut aliquando progredi, deinde verò regredi videantur. Observabis itaque medium inter istos contrarios motus, quando Colores, modò progressi & statim regressuri, videntur quiescere; quod ubi vides, siste Prisma, idque in isto situ fige. Dico factum. Scilicet, in eo situ summa Refractionum utrobique factarum, sive Radii

dii emergentis ad incidentem inclinatio, evadit omnium minima. Quod cùm accidit, Refractiones utrobique sunt æquales, uti posthac demonstrabitur. De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.

## XI.

*Imaginis præfatæ figura describitur, quæ partim rectis, partim semicirculis comprehensa est.*

Ceterùm experimenti hujus varias circumstantias, non minùs jucundas experienti, quàm propositi nostri indicativas, prosequi jam animus est. Et primùm notandum venit, quòd imaginis istius figura, secundùm longitudinem suam lineis rectis terminata fuit, & secundùm latitudinem duobus (ut ex visu potui judicare) semicirculis. In *figurâ* $5^{tâ}$, sit PT imago Solis Prismate refracta; hanc observabam ad latera duabus lineis AB, & CD, quoad sensum, rectis, & i parallelis, terminari, ad extremitates autem duobus semicirculis APC, & BTD, cujus quidem eventûs causâ ex præmonstratis sic determinatur. TAB. II.

## XII.

*Quomodo talis evadit per circulares imagines, (quas unumquodque genus Radiorum æquabiliter refrangibilium facit,) in longum dispositas.*

Semicirculi illi terminantes in circulos compleantur, ut vides in *figurâ sextâ*, & alius inscribatur circulus YZ istis intermedius. Jam concipe Radios quosdam à Sole provenientes, qui apti sunt, ut, æqualiter incidentes, etiam æqualiter refringantur. Illi per Prisma trajecti, ex supra demonstratis, imaginem, quoad sensum, (si sola posset videri,) circularem depingent, puta, BD. Deinde concipe alios ejusdem Solis Radios sibi etiam conformes, qui apti sunt, ut prioribus pauló magis refringantur; illi itaque aliam imaginem depingent circularem, puta, YZ. Et alios etiam Radios adhuc magis TAB. II.

Pars II. Sectio I.

refrangibiles concipe, qui tertiam circularem imaginem AC efficient. Denique, alios innumeros cogita prædictis plùs & minùs refrangibiles, & illi alias etiam innumeras circulares imagines, prioribus tum intermedias, tum extremas, efformabunt, illuminantes oblongum ſpatium PYTZ, rectis lineis AB & CD, duobuſque ſemicirculis contentum. Verùm, cùm imagines illæ ſint omnes ejuſdem penè magnitudinis, & inter lineas AB & CD in directum diſpoſitæ, iſtæ lineæ AB & CD pro rectis ſibi parallelis haberi poſſunt, & ad ſenſum tales videbuntur; & ſic totum ſpatium PYTZ, Radiis ex eâdem Incidentiâ variè refractis illuminatum, partim parallelis rectis, & partim ſemicirculis oppoſitis terminabitur; ſicut experientiâ compertum eſt.

## XIII.

### *Exinde deducitur experimentum, quo termini recti fiant diſtinctiſſimi.*

Hanc autem conjecturam ut penitus probarem, cogitabam de imagine Solis per foramen aliquod ſine ullâ Refractione ad diſtantiam magnam trajectâ, ſcilicet quòd malè definitur, termino exiſtente inter Lucem & tenebras minimè diſtincto: At, ſi Radii iſti per Lentem convexam tranſeant, cujus focus ad imaginem eſt, imago terminabitur diſtinctiſſimè. Simili modo de Radiis æquè refrangibilibus intellexi, quòd, ſi per Priſma trajicerentur ad diſtantiam magnam, depingerent imaginem circularem malè definitam, cujus tamen terminus, mediante Lente convexâ, diſtinctiſſimus evaderet. Itaque, cùm vidiſſem terminos imaginis refractæ PYTZ non admodum diſtinctos, de imaginibus BD, YZ, AC, & reliquis circularibus, oblongam iſtam formantibus, conjiciebam, quòd multò diſtinctiùs terminarentur per Lentem convexam trajectæ, quàm aliter; & experienti res patuit. Nam rectas AB, & CD, in quas imagines omnes iſtæ circulares utrinque terminantur, vidi admodum diſtinctas, quas antea confuſas videram.

XIV.

De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.

## XIV.

### *Quare termini circulares semper apparent confusi.*

Sed, quod notatu valde dignum videtur, termini circulares APC, & BTD imaginis illius semper apparuêre maximè confusi, Luce paulatim deficiente, donec tandem in tenebras desiit. Scilicet intermedii circuli, ut YZ, miscentur aliis circulis utrinque cadentibus, quibuscum ex aliquâ sui parte coincidunt. At extremi quidem circuli, AC, & BD, ex unâ tantùm parte cum aliis concurrunt, & eorum concursus continuò fit rarior, & exinde Lux usque remissior, dum ad extremitates, P, ac T, deventum est. Sed & alia prodit istius rei causa; scilicet, quòd Radiorum maxima copia apta sit, ut mediocrem Refractionem patiatur, & sic in medium imaginis incidat; & quòd eorum numerus continuò minor existat, quibus competit gradus Refrangibilitatis alterutrinque magis extremus.

## XV.

### *Admonitio de figurâ & situ Lentium & Prismatum.*

Ceterùm ad isthæc experienda Lentes adhiberi vellem, quarum foci sunt longinqui, sex, fortè, vel duodecim pedibus à Lentibus distantes, modò tales præsto sint: saltem non sint minùs distantes, quàm duobus. Atque etiam latera Prismatis debent esse accuratè plana; sin latera ejus sint aliquatenus convexa, tum præstat adhibere Lentem, cujus focus ad pedes tantùm duos, vel tres à se remotus est. Quibus paratis, Lentem Prismati ex utrâvis parte colloca vicinam, ita scilicet, ut Radios per se trajectos directè respiciat. Deinde Radii in papyrum aliquam excipiantur, quam ultrà citràque transfer, donec imaginem coloratam utrinque rectis parallelis distinctissimè terminatam videas.

XVI.

## XVI.

### *Deque imagine quâdam orbiculari.*

Sed observandum est, quòd, cùm Prisma collocatur ultra foramen F, (ut *in Fig.* 3.,) vel ipsi quàm proximè citrà, & Lens magis distat ab isto foramine, quàm focus Lentis, quem Radii in eam parallelos incidentes efficerent, distat à Lente; duplicem invenies casum, in quo imago in papyrum projecta evadet distincta: alter, quando Radii omnes homogenei, qui in Lentem paralleli incidunt, ita refringuntur, ut ad papyrum istam in eodem puncto concurrant; quod fit, quando vides imaginem coloratam oblongam, & parallelis rectis distinctè terminatam: alter casus est, quando Radii omnes homogenei ab uno puncto foraminis F divergentes, postquam à Lente refringuntur, ad unum iterum punctum dictæ papyri convergunt. Id autem accidit, cùm imaginem albam, orbicularem, & undique benè definitam vides. De quo fusè dicetur alibi. Sufficiat hoc monitum hìc dedisse, ne quis propriis oculis hæc experturus, per ambiguitatem effectûs incautè decipiatur, & exinde prædicta in dubium revocet.

TAB. I.

## XVII.

### *Ac de umbris nebularum Solem intercedentium.*

Juvat annotare præterea, quòd nebulæ aliquæ tenuiores interceperunt discum Solis, eum non penitus obscurantes, & umbras in hanc imaginem PT projecerunt, non sui similes, sed in longum protensas, & imaginis terminis rectilineas parallelas. Id, quod ratiociniis modò allatis accuratè convenit. Nam, concipe nebulam aliquam in disco Solis ad instar maculæ conspicuam esse; & ea, si Radii maximè refrangibiles, circuloque AC (*fig.* 7.) circumscripti spectentur, umbram projiciat in locum L, ita ut circulus AC cum umbrâ L discum Solis nebulâ deficientem referat. Quo posito, si Radii minimè refrangibiles, circuloque BD cir-

TAB. II.

circumſcripti ſpectentur, umbra nebulæ ab iis projicietur in locum N, cujus talis erit ſitus in circulo BD, qualis eſt ipſius L in circulo AC, quippe hic etiam diſcum Solis nebulâ deficientem refert. Atque idem porrò diſcurſus de circulo quolibet intermedio cum umbrellâ ejus M intelligatur; adeò ut, propter indefinitam multitudinem circulorum ſpatium integrum ABDC occupantium, nebula ſuas umbras per totam longitudinem LN diſpergat, eamque reddat obſcuram; & ſic, cùm plures nebulæ, vel nubium ſinus, Soli interveniant, imago ejus plurimis umbris in longum diffuſis, & parallelis obſcurabitur. De Radiorum Diverſâ Refrangibilitate.

## XVIII.

*Ab imaginis figurâ aliud etiam experimentum deducitur, quò fiat multùm oblongior.*

Ut dictas proprietates Lucis, quâ potui diligentiâ, perſcrutarer, ſequentem præterea modum excogitavi, quo illas examini ſubjicerem. Nempe, (*in fig. 6.*) cùm magnitudo circulorum AC, YZ, BD, dependeat à magnitudine ſolari, ſi diameter Solis fieret aliquantò minor, quàm nunc revera exiſtit, tum illi etiam circuli fierent minores, diſtantiâ centrorum H, I, K, non omnino mutatâ, ut videre eſt in *fig.* 8. Et ſic latitudo imaginis, ad ejuſdem longitudinem comparata, multò minor evaderet, quàm antea; utrâque ſcilicet per eandem quantitatem diminutâ. Hæc probaturus effeci, ut Radii Solis per duo parva foramina ab invicem longè diſtantia tranſirent, antequàm inciderent Priſmati; quo pacto Radii ab extremis partibus Solis venientes excludebantur, & res perinde ſucceſſit, quaſi diameter Solis revera eſſet diminuta. Illuſtrationis gratiâ, ſit (in *fig.* 9.) *efg* feneſtra parvo foramine *f* penetrata, per quod Radii ſolares cubiculum, aliàs obſcuratum, ingrediantur; deinde ſit EFG corpus aliquod opacum, perforatum ad F, & in medio cubiculo ita locatum, ut Radii iterum permeent foramen iſtud, antequàm Priſma ABC ponè locatum attingant. Jam, foraminum iſtorum diametro exi- TAB. II. TAB. II. TAB. II.

*Pars* II. Sectio I. tente $\frac{1}{8}$ digiti, & eorundem distantiâ *f*F 12 pedibus, (ita scilicet, ut maxima Radiorum utrumque foramen permeantium inclinatio foret angulus ferè minutorum 6, hoc est, quasi quinta pars diametri solaris,) atque etiam imagine PT projectâ in papyrum, decem pedes à Prismate distantem, prout angustia cubiculi tulit; inveni longitudinem imaginis esse plusquàm quatuor digitorum cum semisse, & latitudinem trientis digiti; hoc est, longitudinem plusquàm quatuordecim vicibus majorem latitudine, sicut ex prædictis oportet evenisse. Etenim, cùm isti tantùm Radii mittuntur intro, qui minùs, quàm quintâ parte solaris diametri ad se invicem inclinantur, diametri AC, YZ, & BD, diminutæ diametro foraminis F, debent esse quintuplò minores,
TAB. II. quàm secundùm priora contingeret, ut videre est in *fig.* 6. & 7., quasi à Sole essent effectæ, cujus diameter sit quinquies minor diametro Solis nostri.
TAB. II. Verùm, si corpus opacum *fg* (*fig.* 9.) tolleretur, ut Radii per unum solummodò foramen F ad Prisma transirent, sicut in prioribus factum est, latitudo imaginis evaderet $1\frac{1}{6}$ digitorum, & longitudo plusquam 5 dig.: angulo nempe Prismatis existente 60 grad., vel paulò majori. Itaque diameter circulorum AC, YZ, & BD, qui eo, quo dictum est, modo, imaginem constituunt, esset $1\frac{1}{6}$ dig., à quâ subducatur diameter foraminis, nempe $\frac{1}{8}$ dig., & manebit $1\frac{1}{24}$ dig., cujus quintæ parti rursus adjungatur eadem foraminis diameter sive $\frac{1}{8}$ dig. & prodibit $\frac{1}{3}$ dig. diameter circulorum AC, YZ, & BD, in *fig.* 8., quæ minor est quàm diameter circulorum istorum, *in fig.* 6., quantitate $\frac{5}{6}$ dig. Quamobrem, *figura* 8, quaquâversum est minor quàm sexta, quantitate $\frac{5}{6}$ dig. Atque ideo longitudo ejus fit plusquàm 4 dig., latitudo autem digiti triens. Id, quod cum experientiâ modò recensitâ quadrat. Ad eundem modum, si foramina *f* & F adhuc minora forent, vel si distantia *f*F foret major, imago PT oblongior evaderet. Quod idem quoque quadantenus contingeret, ex imagine PT à Prismate longiùs dissitâ. Ceterùm notandum est, quòd foramina *f* & F ad Radios directè respicientia supponam, licèt non multùm refert, an situs eorum sit parùm obliquus, ut in appositâ figurâ nonâ factum est.

XIX.

De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.

## XIX.

### *Experimentum istud promovetur.*

Porrò, si in hoc experimento convexam Lentem, ut priùs, adhibueris, cujus focus ad imaginem cadit, foramine F (si placet) dilatato, vel opaco corpore EG prorsus ablato, ut Radii per foramen longinquum *f* solummodo transeant, &, si foramen istud *f* effeceris angustius, quàm antea (ceteris, ut priùs, stantibus) imaginem valdè oblongam, & pro longitudine lucidiorem videbis, quàm in casu priori. Exempli gratiâ, si diameter foraminis sit pars digiti vigesima, & si pedibus ab inde duodecim Prisma cum Lente disposueris, videbis longitudinem imaginis plusquàm octoginta, vel centum vicibus latitudine majorem. Sed in his experiendis oportet cubiculum quaquàversùs bene obturatum esse; ne Lux alibi, quàm per foramen *f*, ingressa perturbet imaginem, & juxta circulares ejus extremitates obscuram reddat: Et præterea, si superficies Prismatis sint accuratè planæ, præstat adhibere Lentem, quæ focum ad distantiam magnam projicit, puta, ad 12, vel 20 pedes, modò loci amplitudo sinat; quo pacto de proportionibus imaginis meliùs judicium proferas. Quòd, si latera Prismatis sint aliquantulùm convexa, ut iis nonnunquam contingit, quæ vulgò venduntur, licebit istud, absque ullâ Lente, solum adhibere, & ejus convexitas Radios, vice Lentis, ad magnam distantiam congregabit. Quinimo, si cum Prismate quolibet Lentem parvam adhibeas, cujus focus non sit duobus, tribusve pedibus longinquior, imaginem conspicies, satis longam quidem, sed cujus latitudo haud sensibilis existit. Id, quod proposito nostro non minùs inservit, quàm si posses de proportione longitudinis ad latitudinem ejus accuratè judicare. In istis etiam experiendis notetur præterea, quòd Lens non debet ita longè post Prisma locari, quin possit ad omnes Radios simul transmittendos extendi, ne imaginem successivè per partes tantùm observare sis coactus: Et notetur denique, quòd si foramen F

Pars II. Sectio I. citrà Prisma locaveris, & Lentem deinceps citra foramen istud, ad distantiam majorem ab eo, quàm focus Radiorum à foramine *f* longinquiori manantium abest à lente, duplex erit casus, in quo imago in papyrum projecta conspicietur distincta, prout Radii venientes à singulis punctis foraminis F, aut à singulis punctis foraminis *f*, in totidem itidem punctis papyri colliguntur. In uno casu imago erit alba & orbicularis, ut priùs (§. 16 *) commonui; in altero autem, oblonga & colorata, sicut præsens experimentum exigit.

## XX.

### *Magis adbuc promovetur per imaginem Stellæ Veneris.*

Jam liquet ex præfatis, quòd imaginis PT latitudo semper evadit eò minor, quò foramen longinquum *f* factum est angustius; ut nihil dubitandum sit, quin dicta latitudo prorsus evanesceret, si, vice foraminis istius translucidi, unum dumtaxat punctum ibi lucidissimum existeret: atque istud sic futurum esse confirmatur ex observatione non dissimili, quam habui quondam de Stellâ Veneris. Cubiculo nempe quaquâversùs obturato, excepto foramine pauló plusquàm duos digitos lato, ut tenebrosissimum efficeretur. In isto foramine vitrum objectivum Perspicilli septempedalis collocavi, latitudine ejus, ad sufficientem Radiorum copiam transmittendam, duos digitos & ampliùs, apertâ. Deinde, ad distantiam septem pedum papyro transversè positâ, in eam vidi Syderis imaginem ad instar puncti lucidi projectam; &, interposito Prismate ad distantiam pedis unius, duorumve, ab istâ papyro, per quod Radii trajecti alió refringerentur, pro puncto illo lucido, ad distantiam inde plusquam pedalem, vidi lineolam, licèt non valdè lucidam, facilè tamen conspicuam, & cujus longitudo semissem digiti superavit, latitudo autem fuit, quoad sensum, nulla; saltem haud major, quàm ut sentiretur. Atque idem, credo, de Stellis primæ magnitudinis, uti de Sirio, liceat observare; præsertim si Lens adhibeatur quatuor, vel sex digitos lata, ut plures Radios transmittat.

XXI.

* Pag. 88. hujus.

De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.
TAB. I.

## XXI.

*Et applicatur descriptioni Refractionis ad* fig. 1. *traditæ.*

Hoc experimentum, quàm bene convenit cum explicatione nostrâ, quam, de Refractione Radiorum ad eundem angulum incidentium variâ, sub initio dedi, operæ pretium videtur adnotare. In *figurâ primâ* suppofui complures Radios per eandem rectam in superficiem aliquam refringentem successivè delatos esse, ibidèmque alios aliis paulò magis, gradatim, refringi. Quod si fieri concipiatur, abundè sequeretur, quòd Radii sic refracti, si corpore deinceps opaco quovis, ut papyro, interciperentur, lineolam ibi lucidam depingerent. Jam, licèt Radii à Stellâ aliquâ venientes, non omnes in eâdem rectâ pergant, tamen, quòd tantundem est, pro parallelis haberi possunt; &, quòd à Lente convexâ effecti sunt convergentes, antequàm attingant Prisma, hoc adeò non destruit analogiam, ut eam maximè confirmet. Etenim, pro singulis in eâdem rectâ pergentibus, debes tantùm concipere tot Radiorum penicillos, qui omnes habeant eundem axem, & idem punctum concursûs; & quòd istorum penicillorum alii magis aliis à Prismate refringuntur, ita ut eorum puncta concursûs, sive Foci, qui priùs coincidêre, jam singuli cadant seorsim, lineam rectam conficientes. Ac proinde, quòd axes penicillorum, qui Radiis, puta, successivis, eòusque coincidebant, donec attigêre Prisma, ibi per variam Refractionem sint effecti divergentes, ut ad Focos penicillorum in lineâ rectâ jacentes pergant.

## XXII.

*Circumstantia variata eidem descriptioni rursus applicatur.*

Si Prisma Stellæ Veneris vicinius, quàm Lentem collocaveris, ut Radii per illud trajiciantur primò, & à Lente deinde convergentes fiant, eandem lineolam, ut priùs, videbis, licèt minùs con-

 spicuam

Part II. Sectio I. ſpicuam & inventu difficiliorem. Jam in hoc ſpecimine, cùm Radii omnes adveniant paralleli, ſi æqualiter refringerentur tranſientes Priſma, manerent poſtea paralleli, uſque dum Lenti inciderent, & in eâ proinde ſic refringerentur, ut omnes deinceps ad idem punctum pergerent, & ſic punctum lucidum conſpiceretur. Quare, cùm, vice puncti iſtius, appareat linea, concludendum eſt, quòd omnes Radii non æqualiter refringuntur.

## XXIII.

*Quòd in adductis experimentis Refractiones non caſu fiunt inæquales, neque aliâ cauſâ, quàm inæquali Refrangibilitate.*

Si jam objiciat aliquis, quòd in Refractionibus quidem detur irregularitas, ſed eam eſſe contingentem, & non ex prævià Radiorum diſpoſitione, vel ullis certis legibus ortam; reſpondeo, quòd imago Solis præfata, ſi Radiis nullâ certâ lege refractis fieret oblonga, non poſſet in lineas rectas ſecundùm longitudinem ſuam diſtinctè terminari, ſicut ad *figuram quintam* * oſtenſum eſt. TAB. II. Quinetiam non omnino deberet eſſe oblonga; ſed, parte ejus mediâ & magis ſplendidâ, in morem orbis effingi, ſenſibilique termino diſtingui ab erraticâ Luce debiliori quaquâverſùm diſperſâ: perinde ut Sol apparet, cùm nubibus penè obſcuratur, vel ut ejus imago cernitur, cùm trajicitur per laminam vitream parallelis planis terminatam, & halitu, vel fumo leviter obductam, ut Lux inter refringendum paululùm conturbetur. Adhæc, ſi duo Priſmata ſimilia ABC & *abc*, (*fig.* 10,) juxta ponantur ſecundùm longitudines ſuas parallela, cum lateribus planis AC & *ac*, ut & BC & *bc*, parallelis; & ſi Sol tranſluceat utrumque in locum Z, ubi corpus opacum Luci directè opponitur, Radiis tamen ejus per orbiculare foramen F priùs trajectis, Lux incidens in dictum Z apparebit diſtinctè orbicularis, non ſecus, quàm ſi directè tenderet ab F, Priſmatibus non omnino interpoſitis. Fatendum eſt itaque, quòd utriuſque Priſmatis conjunctim Refractiones ſunt regulares, & proinde etiam Refractiones alterutrius. TAB. III.

* Page 85, 86 hujus.

Scili-

Scilicet, Radii illi similiter incidentes, non omnes æquè refringuntur in primo Prismate ABC, ut neque in secundo *abc*; tamen, cùm ea Refractionis inæqualitas non contingens sit, sed oriatur ex prævià Radiorum dispositione, ideò, licèt varii Radii variè refringuntur, tamen ejusdem Radii eadem erit Refractionis quantitas in utroque Prismate, & quantùm incurvatur à priori ABC, tantùm recurvabitur à posteriori *abc*; unde Radius quilibet, utcunque sit refrangibilis, postquàm ex utroque Prismate emerserit, sibimet ipsi, cùm nondum iis inciderat, fiet parallelus. Atque ideo, cùm omnes ad easdem plagas tendant, ad quas liberè tenderent, si Prismatibus non interciperentur, necesse est ut eandem orbicularem imaginem ad Z exhibeant, quam illuc liberè tendentes exhiberent. Quòd si imago oblonga, per Refractionem unici Prismatis, (ut dictum est,) effecta, figuram suam à Radiis nullà certà lege divaricantibus, sed forte fortunà huc illuc vagè refractis, acquireret; cùm Refractiones binis Prismatibus geminentur, errores etiam Radiorum duplo plures evaderent, ut & duplo majores; & exinde imago ad Z fieret multò oblongior; quæ tamen, experientià teste, in orbem contrahitur.

De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.

Nonnullis fortè in suspicionem veniet, quòd terminatio Lucis, sive quiescentis medii confinium, diversitatem Refractionis efficiat; sed huic dubitationi in promptu est remedium, efficiendo nempe ut Lux à posticà parte Prismatis, (sicut ad *fig.* 3.) solummodò terminetur, ne fiat umbræ confinis priusquam fuerit refracta. Et propterea, ne suspicio sit de varià crassitie vitri, potest Refractio ejus ad varias crassities tentari, promovendo Prisma transversè juxta Lucis ingressum parallelo motu, ita ut Lux primò ad aciem ejus transjiciatur, deinde ad partes crassiores; & in quovis casu persimilis erit Colorum apparitio. Neque multùm interest, si foramen, per quod Lux ingreditur, sit latius, vel angustius; nam exinde nihil aliud eveniet, quàm Lucis Colores exhibentis augmentatio, vel diminutio, ac tanta dilatatio, vel contractio imaginis, quanta est foraminis. TAB. I.

Experimento duorum parallelorum Prismatum jam antè descripto constat etiam, quòd hæc imaginis in longitudinem distractio

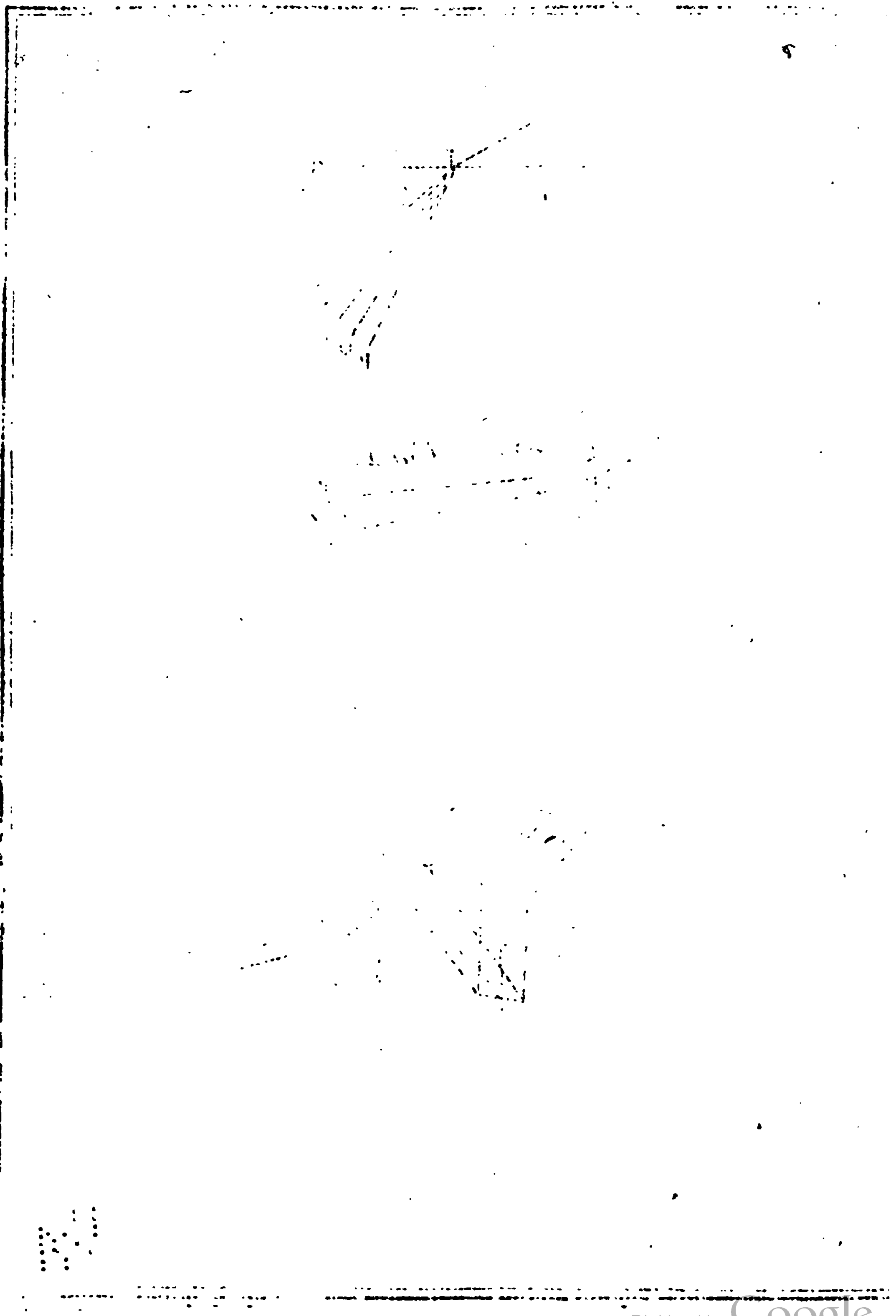
non

Pars II. Sectio I. non oritur ex ejusdem cujusque Radii diffusione, vel distractione in complures divergentes Radios; siquidem illi per iteratam diffusionem, vel distractionem, in transitu per secundum Prisma, tunc resolvi deberent in longè plures & magis divergentes Radios. Quin, & iisdem omnibus objectionibus adversatur experimentum, ubi posterius Prisma non statuitur parallelum anteriori, sed perpendiculariter transversum. Nam in isto casu, si anterius Prisma distraheret imaginem in longitudinem, ob aliam quamcunque causam, quàm diversam Refrangibilitatem diversorum Radiorum, tunc posterius Prisma, per transversam Refractionem, distrahere deberet illam oblongatam imaginem in latitudinem, & sic quadrilateram efficeret. Sed experimentum tentanti res secus evenit, imagine scilicet non secundùm latitudinem dilatatâ, sed solùm obliquatâ per majorem Refractionem extremitatis violaceæ, quàm rubræ.
TAB. III. Quemadmodum videre est ad *fig.* 11, ubi imago PT, per secundi Prismatis Refractionem, transfertur ad *pt*. Ex dictis, opinor, satis supèrque constat id, quod initio proposui demonstrandum: quoniam autem jucunditatem intellectui, & assensum plerunque firmiorem, harmonia rerum plurium affert, quàm unici, licèt maximè scientifici, argumenti testimonium; non erit abs re, si in aliud experimentorum genus præcedentibus affinium experturos breviter introducam.

## XXIV.

### *Perstringuntur alia experimenta præcedentibus affinia.*

TAB. III. In *fig.* 12. sit F foramen valdè exiguum, per quod Lumen Solis trajiciatur; deinde, ad distantiam pro lubitu magnam, statuatur Prisma ABC, per quod Radii transeant refracti, prout in prioribus explicui; tum, Oculo ponè admoto, circularis foraminis F videbis imaginem TP oblongam, cujus longitudo ad latitudinem collata, tantò major erit, quantò foramen F fiet angustius; & exinde patet, quòd Radiorum alii, tendentes ad Oculum per H, quasi manassent à P, sunt magis refracti, quàm alii tendentes



tes per I, quasi à T venissent; &, Radiis sic in Oculum non secus ingressis quàm si profluxissent ab oblongo spatio PT, necesse est, ut spatium istud longum appareat luminosum. De Radiorum Diversâ Refrangibilitate.

Sed cavendum est, ne foraminis F tanta sit apertura, ut nimiæ Lucis introitu lædatur Oculus; imò, ne tanta sit, quin ut possis nudo Oculo particulam Solis per foramen istud, quasi punctum lucidum, distinctè & absque ullâ circumradiatione, transpicere; Verùm, si Lumen Solis censeatur nimium huic experiendo, Lumen à nubibus transmissum sufficiat; modò talis sit Oculi tui dispositio, ut foramen, sine Radiis circumcirca superfluis, distinctum cernas, antequàm interponas Prisma; aliàs imaginem ejus non cernes distinctam, neque debitâ longitudine deductam. Ad hæc, liceat tandem observare, si filum albens interposito Prismate aspicias; etenim filum multò latius apparebit, cùm in situ ad longitudinem Prismatis parallelo, quàm cùm in transverso, statuitur. Ceterùm, ut in uno comprehendam omnia, si Stellam fixam primæ magnitudinis, mediante Prismate intuearis, ejus etiam imago conspicietur longa. At, cùm Radii Stellarum pro parallelis habeantur, si omnes æquè refringerentur, manerent etiam paralleli, postquàm egrediuntur è Prismate; &, Oculum sic ingressi, efficerent imaginem omnino similem Stellæ, vel puncto lucido, nullatenus oblongam; perinde ut fit, cùm Stella parallelos Radios in Oculum directè mittit. Videbis itaque, quòd Radii paralleli, superficiebus planis refracti, fiunt inclinati; unde necesse est, ut inæqualem Refractionem patiantur. In transitu autem notetur, quòd Telescopio, si placeat, primùm adhibito, tum, ut copia Lucis ad Oculum transmittatur, tum, ut scintillatio, quâ Fixæ solent, quasi coronâ, cingi, minuatur, & Prismate deinceps interposito, videbis albicantem lineam distinctiorem, quàm priùs, cum latitudine vix, aut ne vix quidem, conspicuâ. His paucis de Radiorum diversâ Refrangibilitate narratis, quorum sensus plenior in sequentibus, ubi de Coloribus agitur, elucescet; restat, ut Refractionum quantitates & mensuræ jam determinentur.



## PARS PRIOR.

## SECTIO SECUNDA.

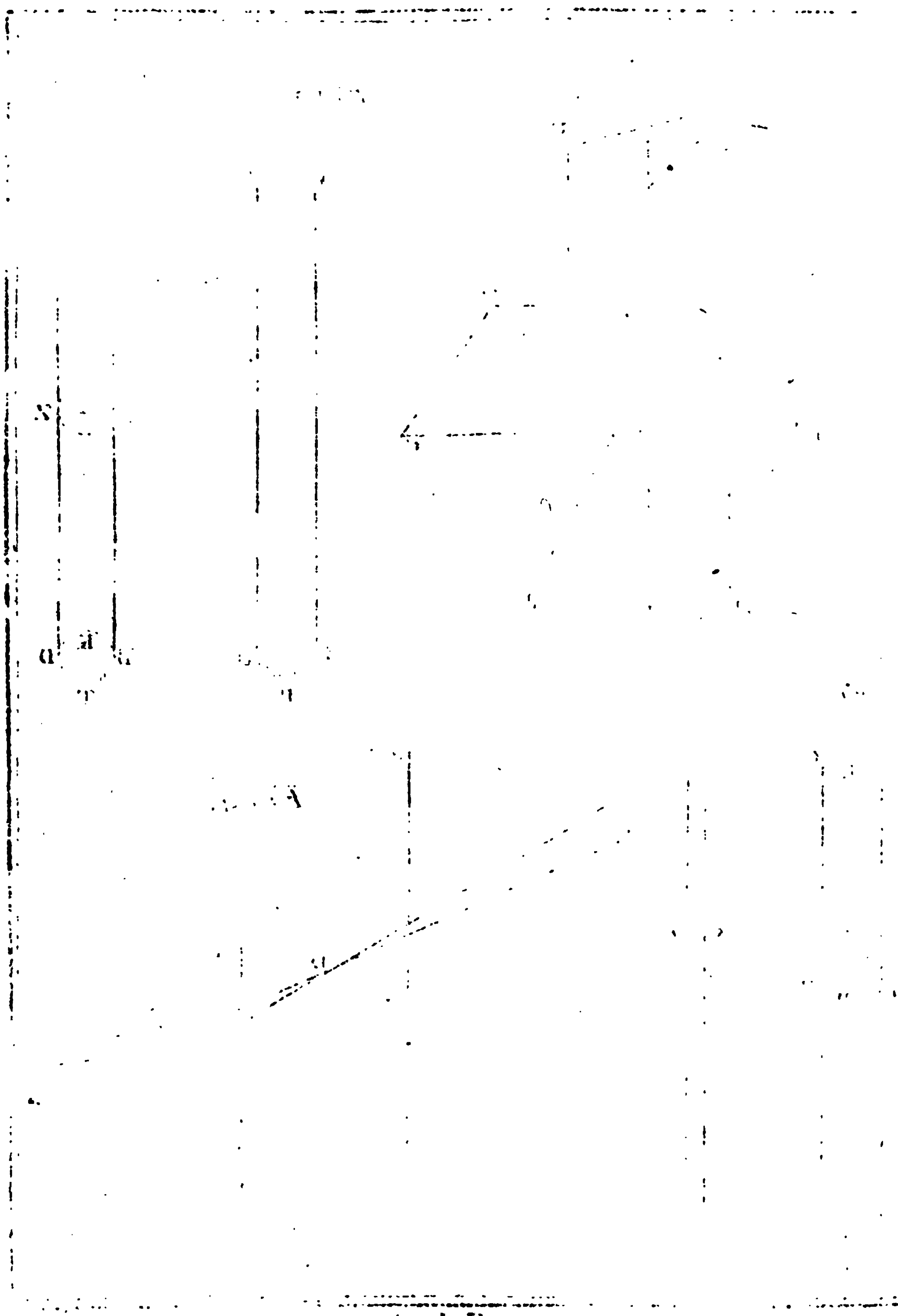
# De mensurâ Refractionum.

### XXV.

*De mensurâ Refractionis dati generis Radiorum, è quâvis Incidentiâ datâ.*

REFRACTIONES ope angulorum, quos incidentes & refracti Radii cum perpendiculo refringentis plani constituunt, quasi datam rationem habentium, à Veteribus determinatæ fuerant. TAB. III. Quemadmodum si, in *fig.* 13., IH sit planum refringens, cui linea DCE ad aliquod ejus punctum C perpendiculariter insistit, & in illud C Radius quilibet AC incidat, & refringatur ad R; posito refractum Radium CR in plano ACI jacere, quod refringenti plano perpendiculare est; supposuère Veteres, quòd angulus Incidentiæ ACD, angulus Refractionis RCE, & angulus refractus RCF, semper sint in datâ quâdam ratione: vel potiùs, hypothesin credidère satis accuratam esse, ubi Radii à perpendiculo non multùm divaricant. Sic, in vitro statuerunt angulum Refractionis quasi triplum esse anguli refracti. At illa Refractionum æstimatio minùs exacta deprehenditur, quàm ut pro fundamento Dioptrices debet statui, & CARTESIUS aliam regulam primus* excogitavit, quâ istud exactiùs determinaretur; ponendo dictorum angu-

* Postea NEWTONUS intellexit SNELLIUM Refractionis legem primum invenisse, & CARTESIUM suum Theorema à consimili SNELLII Propositione deduxisse. Vide NEWTONI *Principia* in Schol. Prop. XCVI. Lib. 1.



angulorum sinus esse in ratione datâ. In *fig*. 13. si centro C, & distantiâ quâlibet AC, circulus describatur, secans Radios præfatos in A & R, & ab istis punctis ad plani perpendiculum DCE demittantur normales AD & RE; ipsarum AD & RE proportio erit eadem perpetuò. Cujus rei veritatem Auctor non ineleganter demonstrâsset, modò de causis physicis, quas assumpsit, nullum dubitandi locum reliquisset. Ut, & quoniam instrumentis, in istum finem accuratè instructis, examinarunt aliqui, & veritati (quoad sensum) exactè convenientem adinvenerunt, non dubitamus pro fundamento statuere; hoc solùm adhibito moderamine, quòd, cùm is de quibuslibet Radiis indifferenter affirmârit, quasi omnium persimilis fuisset Refractio, nos tantùm affirmamus de singulis eorum generibus seorsim spectatis; ponendo, quòd Radiorum æquè refrangibilium sinus Refractionis sunt, ut sinus Incidentiæ. Concipiamus aliquot genera Radiorum secundùm lineam AC, in *fig*. 14., esse allapsa ad punctum C, ibique refracta per superficiem IH; puta, mediocriter refrangibiles Radios in CR, minimè refrangibiles in CT, & maximè refrangibiles in CP, ac innumeros alios, gradibus intermediis plùs minùs refrangibiles, per totum spatium TCP diffusos esse. Jam, si ducatur DCG perpendicularis ad planum refringens IH, & centro C, distantiâ quâvis AC, circulus, (ut priùs,) describatur, secans Radios dictos in A, P, R, T; atque ex istis punctis demittantur perpendiculares AD, PG, RE, TF, pro sinubus angulorum ACD, PCG, RCE, TCF; pono, quòd, utcunque Radii incidant, tamen semper erit AD ad PG in eâdem ratione; quâ semel cognitâ, regulam habes pro Refractione Radiorum maximè refrangibilium in eandem superficiem ad angulum quemvis incidentium mensurandâ: Et sic semper erit AD ad TF in eâdem ratione; quâ cognitâ, regulam habes, quâcum Refractio minimè refrangibilium in quâvis Incidentiâ determinabitur. Atque idem de ratione ipsius AD ad RE, & ad sinum cujusvis intermedii generis concipiatur.

De Mensurâ Refractionum.
TAB. III.

TAB. III.

N 2 XXVI.

## XXVI.

### *De conferendis Refractionibus Radiorum diversi generis.*

Porrò autem, cùm sinus PG, RE, TF, ceterique, datam habeant rationem ad sinum AD, datam quoque rationem inter sese habebunt; atque adeò, si, ex unicâ observatione, proportionem sinuum PG, RE, TF, & reliquorum, ad Radios ex eâdem Incidentiâ refractos pertinentium cognoveris, regulam exinde habebis, quâcum ex sinu Refractionis cujusvis generis Radiorum, & in istam superficiem utcunque incidentium, dato, ceterorum omnium ex eâdem Incidentiâ prolabentium sinus elicias; licèt quænam sit eorum Incidentia non innotuerit. Quinimo, si omnium AD, TF, RE, PG, &c. proportiones inter se semel cognoscantur, habito respectu ad eadem media refringentia, regulam habes pro ceteris omnibus exquirendis ex unico quovis unquam dato. Itaque, quò rationes istorum sinuum investigentur, convenit, ut in aliquo Radiorum genere proportio sinûs Incidentiæ ad sinum Refractionis primùm exquiratur; deinde, ut proportiones sinuum Refractionis pro Radiis diversorum generum, ad eundem angulum incidentium, determinentur.

## XXVII.

### *Ad sinus Incidentiæ & Refractionis conferendos adhibetur mediocre genus Radiorum.*

Ad sinus Incidentiæ cum sinubus Refractionis conferendos, commodum erit, ut medium genus eligatur, puta, genus illud Radiorum, qui viriditatem, vel potiùs, Colorem viridi & cæruleo intermedium, exhibent. Credo enim illos, qui Refractiones antehac mensuravêre, (sive id factum sit, ut jam dicta hypothesis CARTESII probaretur, sive aliis de causis,) credo illos, inquam, mensuram instituisse ad medietatem refractæ Lucis; hoc est, si

ſi ſpatium à Coloribus occupatum ſpectemus, ad confinium viridis & cærulei: Aut, ſi ſpectemus quantitatem Lucis, ad medietatem viridis; & præterea punctum iſtud pro principali Foco Lentium habendum eſſe videtur, in quod intermedium genus Radiorum convergit. Atque etiam, ſi quando de Radiis indiſtinctè diſſerendum eſt, ut hactenus apud Opticæ Peritos conſueverit, genus mediocre commodiùs, quàm extremorum aliquod pro omnibus haberi poteſt. De Menſurâ Refractionum.

## XXVIII.

### *Modus explorandi ſinuum iſtorum rationes.*

Porrò, cùm fortè deſideretur accuratius examen dictæ regulæ Carteſianæ, quàm antehac inſtituebatur, dum varia Radiorum Refrangibilitas experientes latuit, primò dicam, quo pacto id non incommodè fiat. Quoniam fluidi pellucidi ſuperficies refringentes facilè poſſint inclinari ad quemvis datum angulum, quod ſolido non eſt conceſſum, fluida in hunc finem fuerunt adhibita; ſed inſtrumento magis laborioſo, quàm opus erat, & erroribus fortè magis obnoxio, quàm ſi omni apparatu privaretur, demptâ trabe, cui vaſculum aquæ plenum affigitur. Sit itaque HK, in *fig.* 15., vectis ligneus duas, treſve ulnas longus, aut ampliùs, ſatis craſſus, ne ob longitudinem & pondus minimè inflecti queat, quadrilaterus, rectangulus, & rectus, cum lateribus oppoſitis exactè parallelis. Tum, lamellæ duæ HI & KL ſuper unum ejus latus ad angulos rectos erigantur; KL proximè ad unam extremitatem, & HI quaſi quatuor digitos ab alterâ diſtans, quarum longitudo ſit trium digitorum, quatuorve; latitudo autem duorum, vel trium. Deinde ſumatur vaſculum aliquod cylindricum, vel priſmiforme CF, duos, treſve digitos latum; longum verò quatuor, vel quinque. Ejus baſis ſuper lamellam HI cemento aliquo duro & tenaci figatur, ac in eo ſitu firmetur ope trabis HK ultra lamellam dictam HI productæ. Tum, trajiciatur ejus fundum in medietate, & lamella ſimul, parvo foramine F, puta, decimâ TAB. III.

 parte

Pars II. Sectio II. parte digiti lato; & juxta foramen istud in alterâ lamellâ notetur punctum R, quod æquè distat à trabe, ac dicti foraminis centrum; ita scilicet, ut linea FR, per centrum foraminis ad R ducta, sit parallela longitudini trabis. Denique sumatur lamella vitrea, plana, polita, & uniformiter crassa, eaque applicetur ad planitiem lamellæ HI, vasculo CF obversam, super foramen F; & cemento figatur ita, ut vasculum istud aquæ, (quâ repleatur,) non sit pervium; & cum normâ aliquâ fiat periculum, an illa vitrea lamella perpendiculariter insistat trabi. Quod si non contingat, corrigatur situs, donec sit exactè perpendicularis. In cujus rei gratiam convenit, ut dicta lamella vitrea sit tres, vel, quatuor digitos longa & lata, quò de situ ejus meliùs judicare liceat. Instrumento hoc sic fabricato, & aquâ vasi CF, plusquàm ad medietatem ejus, infusâ, illud in Radiis solaribus ita statuatur, ut, in superiori superficie aqueâ refracti, perpendiculariter emergant ad foramen F, rectâque progrediantur versùs laminam KL, Rubedine ad T, Purpurâ ad P, & viridi, vel confinio cærulei & viridis, ad R incidentibus. Convenit autem, ut dicta lamina KL dealbetur, aut albente papyro vestiatur, quò de Coloribus judicium certius feras. Interea verò, cum quadrante aliquo amplo, & exactè fabricato *ekr* quæratur inclinatio trabis HK ad horizontem, & habebis angulum Refractionis *ekr*, & ejus sinum *er*. Tum, Solis altitudo statim inquiratur, ejusque complementum ad 90 grad.; A*k*D erit angulus Incidentiæ, & AD sinus. Quibus sinubus ad invicem collatis, & experimento ad diversas Solis altitudines repetito, constabit, an sinuum ratio semper sit eadem. Quòd si velis, ut experimenta varia simul fiant, aut ad minorem Incidentiam, quàm sit complementum maximæ altitudinis solaris, vice Radiorum à Sole directè manantium, possis adhibere reflexos.

XXIX.

De Mensurâ Refractionum.

## XXIX.

*Modus explorandi vim refractivam solidi cujusvis aere circumdati.*

Cùm eandem sinuum Incidentiæ & Refractionis rationem alicui Radiorum generi, utcunque in eandem quamvis superficiem incidenti, perpetuò competere sat exploratum fuerit; proponatur exquirere rationem illam, ad superficiem data quælibet media disterminantem; idque unico experimento. Si aer sit unum ex datis mediis, & liquor quilibet alterum, instrumentum novissimè descriptum non incommodè potest adhiberi. Sin mediorum alterum sit solidum, res expeditè perficitur ad *diagramma* 16. In ejus explicationem præmittantur duo sequentia Lemmata.

### LEMMA I.

In *fig.* 16., sit ABC Prisma ex materiâ quâvis pellucidâ confectum, cujus axis sit horizonti parallelus, & perpendicularis ad Radios Solis; & præterea sit ejus positio talis, ut dictos Radios OX æquè refringat, ingredientes ad X, & egredientes ad Y. Istud autem quo pacto debet fieri, ostensum fuit ad §. 10.* Jam dico, quòd angulus Refractionis ad alterutram refringentem superficiem, ut AC, factæ, sit æqualis dimidio verticalis anguli prismatici ACB. Scilicet, ad punctum Incidentiæ X erigatur perdendicularis HX, erit HXY angulus Refractionis ad superficiem AC. Porrò, demittatur CI perpendicularis in Radium XY; & ista bisecabit angulum YCX, propterea quòd triangulum YCX, (ob æqualitatem Refractionis in X & Y,) sit isosceles. Dico itaque, quòd anguli HXY, & ICX, æquantur: Nam, ang. AXY = ang. XIC+ICX, (per 32. 1. Elem.) Sed anguli AXH, & XIC sunt recti; Ergo residui HXY, & ICX æquantur. Q. E. D. TAB. IV.

* Pag.

LEM.

Pars II. Sectio II.

## LEMMA II.

Ad hæc, si Radius incidens OX, & emergens YN indefinitè producantur, occurrentes in G; & præterea, si recta quævis KL, horizonti parallela, Radiis istis interjiciatur, constituens triangulum GKL; &, cùm refractus Radius YN tendit sursum, si summa angulorum LKX, & KLY sumatur; aut eorum differentia, cùm iste YN tendit deorsum; Dico, quòd illius summæ, vel differentiæ dimidium, unà cum angulo Refractionis HXY, æquabitur angulo Incidentiæ HXG. Nam, dicta summa, vel differentia æquatur angulo NGK, (per 32. 1. Elem;) hoc est, angulis GXY+GYX; &, cùm triangulnm GYX sit isosceles, dictæ summæ, vel differentiæ dimidium æquabitur angulo refracto GXY, qui, cum angulo Refractionis YXH, constituit angulum Incidentiæ. Q. E. D.

His præmissis, Problema propositum sic perficitur. Primò mensuretur angulus verticalis Prismatis ACB; & ejus dimidium erit angulus Refractionis. Dein, Prismate in positione præfatâ disposito, per quod Radii trajiciantur ingressi foramen F, ope quadrantis MNPQ ampli & accurati, (puta, cujus pinnarum M, & N, distantia sit pedis unius, ad minimum,) exploretur angulus YLK, vel PkQ, quem refracti Radii YMN cum horizonte constituunt, faciendo, ut mediocriter refrangibiles per pinnas M & N, ad distantiam decem, aut viginti pedum à Prismate, trajiciantur; & simul observetur Solis altitudo XKL: Qui duo anguli addantur, si refracti Radii YMN sursum tendant, sicut in schemate describitur; aliàs, minor subtrahatur à majori; & summæ, vel differentiæ dimidium, unà cum angulo Refractionis priùs invento, erit angulus Incidentiæ, ut patet per Lemma secundum. Denique, ex angulis Incidentiæ & Refractionis sic datis, dantur eorum sinus. Q. E. F.

XXX.

De mensurâ Refractionum.

## XXX.

*Exemplum in Refractione cujusdam generis vitri.*

Sic, in Prismate quodam vitreo, dimensus sum angulum ejus maximum ACB, & inveni 63 grad. 12 min., cujus dimidium HXY est 31. gr. 36. m., ejusque sinus 5240, posito sinu 90 gr., 10000. Deinde, cùm altitudo Solis OKL observabatur esse 14 gr. 4. min., alter angulus MLK, à Radio YN ad medium Viriditatis tendente conflatus, erat 30 gr. 52 m.; quorum summa est 44°. 56'., ejusque dimidium YXK 22°. 28'., quod, unà cum angulo Refractionis HXY facit 54°. 4'., angulum Incidentiæ, cujus sinus est 8097. Denique, conferendo sinus jam inventos, ut eorum proportio in minimis terminis haberetur, inveni esse ut 11 ad 17 ferè. Quare, pro regulâ generali statuendum est, quòd Radiorum Viriditatem exhibentium sinus Incidentiæ ex aere in vitrum quodvis, æquè refractivum ac illud Prisma, sit ad sinum Refractionis ut 17 ad 11.

Haud secus, dimetiendo Refractionem Radiorum, Colorem inter viridem & cæruleum exhibentium, investigatur 45°. 8'., pro duplo anguli refracti, cujus dimidium 22°. 34'., unà cum angulo Refractionis 31°. 36'., dat angulum Incidentiæ 54°. 10', ejusque sinus 8107, est ad sinum Refractionis 5240, ut 82 ad 53, proximè.

## XXXI.

*Modi præfati commoditas.*

Hujus autem modi commoditas in mensurandis Refractionibus ex eo conjicietur, quòd instrumento nullo hic opus est, dempto quadrante, & Prismate, cujus Refractio desideratur; quòd Refractionem, dum geminetur, factam ad X & Y exinde certiùs metiri possis; & quòd facillimum sit Prisma in desiderato situ dispo-

Pars I. Sectio II. nere, ut supra ostenditur §. X. *: Imò, quòd parvus error à situ desiderato ferè nihili sit; dum, quoad sensum, haud inde mutabitur angulus refractus MGK, ut experienti patebit. Quippe angulus istè hic minimus est, & quantitatum per motum generatarum, cùm maximæ existant, vel minimæ, hoc est, in momento regressûs, motus, ut plurimum, sunt infinitè parvi. Sic verbi gratiâ, in *fig.* 17, si centro C describatur circulus *l* L *l*, & extra eum sumatur punctum quoddam G, ducaturque GIC, & erigatur normalis GK. Deinde, si concipiatur, quòd punctum *l* moveatur uniformiter in illius circuli circumferentiâ, per quod punctum recta quædam G*l*, circa centrum G rotata, perpetuò transeat; manifestum est, quòd, quò major sit angulus CG*l*, sive quò minor angulus KG*l*, eò minor erit motus angularis ipsius G*l*; &, cùm angulus CG*l* sit maximus, sive angulus KG*l* minimus, hoc est, in momento regressûs, (rectâ G*l* tunc circulum in L tangente,) motus ejus erit infinitè parvus, &, quoad sensum, nullus; parvusque error à puncto contactûs L nullam sensibilem variationem in angulis istis KGL & CGL producet. Et ad eundem ferè modum, parva convolutio Prismatis haud omnino mutabit angulum MGK, cùm iste sit minimus, sive complementum ejus maximum. Quòd, si Prisma disponeretur in quovis alio situ, quàm hic describitur, (puta, cùm Radii perpendiculariter ingressi ad egressum dumtaxat refringuntur,) minimus error ab isto desiderato situ multùm mutaret angulum refractum, & sic experientia foret incertitudini & erroribus multò magis obnoxia.

TAB. IV.

## XXXII.

### *Regula de investigandâ Refractione mediorum sibi ipsis contiguorum, quorum aeri contiguorum Refractiones cognoscantur.*

In majorem hujus rei copiam, quia dantur aliqui casus, ubi Refractiones per modos jam descriptos haud possint mensurari, (ut, cùm Refractio fit ex vitro in crystallum, ex aquâ in vitrum, vel ex uno liquore in alium,) & nequa omnino sit refringens super-

* Pag. 84. hujus.

perficies, cujus Refractio nequit investigari, Problema sequens lubet proponere. De mensurâ Refractionum.

## PROBLEMA.

*Datis Refractionibus, quas duo media alicui tertio contigua conficiunt, illorum sibi ipsis contiguorum Refractiones invenire.*

In *Fig.* 18. sunto duo media proposita A & B, quorum superficiei disterminantis Refractio quæritur; & sit C medium tertium, cujus superficiei, ipsis A & B contiguæ, Refractiones dantur. Sitque sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis ex medio C in medium A, sicut $I$ ad $R$; & sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis ex eodem medio C in alterum medium B, sicut $j$ ad $r$; Dico, quòd sit $I \times r$, ad $R \times j$, ut sinus Incidentiæ, ad sinum Refractionis ex medio B in medium A. TAB. IV.

Verbi gratiâ, si proponatur investigatio Refractionis ex aquâ in vitrum, datâ Refractione ex aere in utrumque; sitque sinus Incidentiæ ex aere in vitrum ad sinum Refractionis, ut 17 ad 11; & sinus Incidentiæ ex aere in aquam ad sinum Refractionis, ut 4 ad 3. Quare, sinus istos multiplicando reciprocè, erit ut $17 \times 3$ ad $11 \times 4$, sive ut 51 ad 44, ita sinus Incidentiæ ex aquâ in vitrum ad sinum Refractionis. Et sic, cognitâ Refractione ex aere in quævis alia media proposita, possis adipisci eorum Refractionem inter se, & è contra.

## XXXIII.

### *Regulæ ejus* DEMONSTRATIO.

Ceterùm demonstratio hujus non est omittenda, in quem finem præsternatur Lemma sequens. Si media duo proposita A & B, in *Fig.* 18., concipiantur esse planis parallelis terminata, contigua, & dicto medio tertio, (puta, aere,) circumdata, & Radius quilibet ON, obliquè incidens ad N, refringatur primò ad M, ac deinde ad L, & emergens pergat ad K. Dico, Radium inciden- TAB. IV.

Pars I. Sectio II. dentem ON sibi emergenti LK parallelum esse: Cujus quidem assertionis veritas experientiâ patet. Etenim ponatur medium A esse vitrum, & medium B esse aquam; mediumque tertium circumdans esse aera: Et laminæ vitreæ A superficies rMR tenuiter illinatur aquâ B, & statuatur parallela ad horizontem, ut aqua consistat uniformiter crassa. Quo facto videbis, quòd Radii, per utrumque medium A & B trajecti, tendent ad easdem plagas, versùs quas tenderent à Sole directi.

Præmisso hoc, erigantur iNr, HMG, & RLI, perpendiculares ad refringentia puncta N, M, & L; est ergo $j$ ad $r$, ut sinus anguli ONi ad sinum anguli MNr, sive NMH; &, multiplicando rationem antecedentem per $I$, fiet $I \times j$ ad $I \times r$, ut sinus ipsius ONi ad sinum ipsius NMH. Porrò est $I$ ad $R$, ut sinus anguli KLI, sive ONi, ad sinum anguli MLR, sive LMG; &, multiplicando rationem antecedentem per $j$ fiet $I \times j$ ad $R \times j$, ut sinus anguli ONi ad sinum ipsius LMG. Jam, permutando terminos utriusque proportionis, fiet $I \times j$ ad sin. ONi ut $I \times r$ ad sin. NMH; & $I \times j$ ad sin. ONi ut $R \times j$ ad sin. LMG. Quare, ex æqualitate rationis, est $I \times r$ ad $R \times j$ ut sin. NMH ad sin. LMG. Q. E. D.

## XXXIV.

### *Modus dimetiendi Refractiones solidorum ad fluida accommodatur.*

Ex hisce sic ostensis, Problema non inutile proficiscitur, quo Refractiones fluidorum eodem modo metiri possis, ac de solidis ostensum est ad *Fig.* 16., non adhibito instrumento HLK, quod in *Fig.* 15 describitur. Scilicet, ex laminis vitreis, in morem cunei connexis, vasculum prismiforme conficiatur, cujus acies, sive angulus verticalis, sit grad. 80, circiter, vel 90. Istius autem anguli quantitatem exactissimâ mensurâ cognitam habebis, ejusque dimidii sinum pro sinu Refractionis semper statues. Quo peracto, cùm liquoris alicujus vis refractiva desideratur, vasculum cum illo liquore impleatur, & in tali situ disponatur, ut acies ejus à concursu

cursu refringentium planorum constituta, sit parallela ad horizontem, & perpendicularis ad Radios solares, atque ut illi Radii, per præfata refringentia plana trajecti, Refractiones ad ingressum & egressum æquales patiantur. Et ope quadrantis, ut ostensum erat ad *fig.* 16., exploretur angulus Incidentiæ, cujus sinus ad præfatum sinum Refractionis erit, ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis ex aere in liquorem propositum. De mensurá Refractionum.

## XXXV.

### *Refractio aquæ, prout ipse dimensus sum, in specimen ejus rei adducitur.*

Instantiæ gratiâ, quo aquæ Refractionem cognoscerem, curavi, ut Prisma ligneum conficeretur, quale est AB*c*, in *fig.* 19, TAB. IV. cujus ille angulus ACB, quem pro verticali designabam, foret rectus, ceterique duo semirecti; & effeci, ut refringentia plana A*c*, & B*c*, per meditullium trajicerentur foramine F, parallelo ad basem A*b*, per quod foramen Lux itura esset; & ut tertium planum A*b* foderetur in G, usque dum aditus ad foramen F tranversè pertingeret. Dein, sumptis duabus ex vitro lamellis, quas speculum confractum mihi subministravit, unam DE super meditullium plani B*c* cæmento fixi, & alteram super meditullium alterius plani A*c*, ut meatus F utrinque clauderetur. Tum, aquam pluvialem per orificium G in excavatum spatium infudi, & cum operculo ex subere conciso clausi. Atque adeò aqua, duabus vitreis lamellis ad angulum rectum inclinatis interjecta, vices subibat aquei Prismatis habentis angulum rectum. Eas autem laminas rectum angulum exactè comprehendere ex applicatione normæ cognovi; cujus ideo dimidium, grad. 45, pro angulo Refractionis habendum est. (Lem. 1. §. XXIX.*) Hoc Prisma dein ita statuebam ad ingressum Lucis in obscurum cubiculum, ut eadem foret utrinque Refractionis quantitas; &, ex altitudine Solis, & refractorum Radiorum Viriditatem exhibentium inclinatione ad horizontem, inveni angulum refractum esse 51°. 16'., cujus dimidium

* Pag. 103. hujus.

Part I. Sectio II. 25°. 38'., unà cum angulo Refractionis 45°, dabit angulum Incidentiæ 70°. 38'. Horum verò angulorum 70°. 38', & 45°, sinus sunt 9434, & 7071, respectu sinûs 90 grad., seu 10000; quorum quidem numerorum ratio est paulò minor, quàm *Cartesiana* 250 ad 187, & paulò major, quàm 4 ad 3, nempe 4, 002 ad 3; quæ tamen, à ratione $\frac{4}{3}$, tam parvâ differentiâ recedit, ut error fuit insensibilis, si posuerim esse, ut 4 ad 3; idque maximè, cùm aquæ Refractio non perpetim eadem maneat, sed à caloris vicissitudine nonnihil patiatur, variosque densitatis gradus induat: Quod idem & aeri circumdanti contingit, qui à vaporibus etiam non solùm variè incrassatur, sed & arctiùs, (auctâ atmosphæræ gravitate,) vel laxiùs comprimitur. Adde, quòd aquarum, ex diversis terrarum regionibus scaturientium, aut, vi Solis, in vapores & pluviam deinde conversarum, diversæ sint densitates, & internæ dispositiones ad refringendum, ortæ ex variis mineralium tincturis, quas è locis subterraneis extrahunt, & exhalationibus variè crassis & copiosis, quæ simul cum vaporibus in altum attolluntur.

## XXXVI.

### *Præfatorum* DEMONSTRATIO.

Problematis hujus, de Refractionis fluidorum mensurâ, sic soluti veritas constabit ex ostenso, quòd Refractionis in hoc Prismate, ex aquâ & vitris composito, eadem sit quantitas, quæ foret, si vitrum tolleretur, & aqua sola maneret aere circumdata. TAB. V. Sit itaque ABC Prisma, in *fig.* 20., confectum ex laminis vitreis AC*fd*, & BC*fe*, (ut dictum est,) & aquâ *dfe* repletum. Et concipiatur, quòd DEF sit aqueum Prisma, immediatè circumdatum aere, & omnino simile aquæ *def* circumclusæ vitro, similiterque positum; & incidant Radii paralleli ON, OX, in utrumque; quorum alter ON, refractus in N, M, L, & K, tendit ad H; alter verò OX, refractus in X, & Y, tendit ad Z. Dico jam, quòd emergentes KH, & YZ, erunt paralleli;

ralleli; atque adeò, quòd, in utroque Prisſmate, tota Refractio- num quantitas erit eadem. Etenim, in *fig.* 18., ſi Radius *om* ipſi ON parallelus incidat in vitream laminam A, emergatque in *lk*, notum eſt, quòd Radius *lk* erit parallelus ipſi *om*, hoc eſt, ipſis ON & LK; &, cùm *lk* & LK ſint paralleli, erunt etiam *ml* & ML paralleli. Unde liquet propoſitum, quòd quantitas Refractionis, ex aere in medium quodvis propoſitum, ſit eadem, ſive Radii immediatè ingrediantur iſtud medium ex aere, (ut fit ad *oml*,) ſive priùs permeent aliud medium interpoſitum & parallelis planis terminatum, (uti fit ad ONML, ) & è contra. Atque idem intellige, cùm, vice aeris, aliud quodpiam adhibetur medium. Quare, in *fig.* 20, cùm paralleli Radii OX & ON incidant in Priſmata DFE & ACB ſimilia & ſimiliter poſita, Refractionis quantitas ex aere in aquam erit eadem, ſive Radii immediatè intrent, ut videre eſt ad DEF, ſive priùs permeent lamellam vitream A*df*C; hoc eſt, Radius XY ſemel refractus erit parallelus ML bis refracto; &, ob eandem rationem, cùm XY & ML ſint paralleli, Radii emergentes YZ & KH erunt etiam paralleli. Quare, cùm Radii incidentes & emergentes ſint paralleli, Refractio tota Priſmatis utriuſque erit eadem. Atque adeò, cùm aqueum Priſma aeri contiguum, propter aquæ fluiditatem, fabricari nequeat, ejus vice liceat adhibere vitreum Priſma cum aquâ repletum. Q. E. D.

De menſurà Refractionum.
TAB. IV.
TAB. V.

Et ſic modus generalis, quo Refractiones ex aere in quælibet media propoſita determinentur, oſtenſus eſt; facillimus quidem & erroribus minimè obnoxius; præſertim, ſi angulus Priſmatis ſit magnus & exactè cognitus, quadrans magnus & accuratus, & obſervatio facta longè poſt Priſma, ubi Colores multùm dilatati faciliùs diſtinguuntur. Et præterea, cùm Refractiones inter aerem & media propoſita ſic experientiis determinantur, indicata eſt regula, (§. XXXII., * ) quâ mediorum eorundem ſibi ipſis contiguorum Refractiones eliciantur. Quod ſatis eſt, in gratiam primi caſûs, de Refractionibus dimetiendis, cùm in eodem quopiam Radiorum genere proportio ſinûs Incidentiæ & Refractionis quæritur, oſtendiſſe.

* Pag. 106. hujus.

XXXVII.

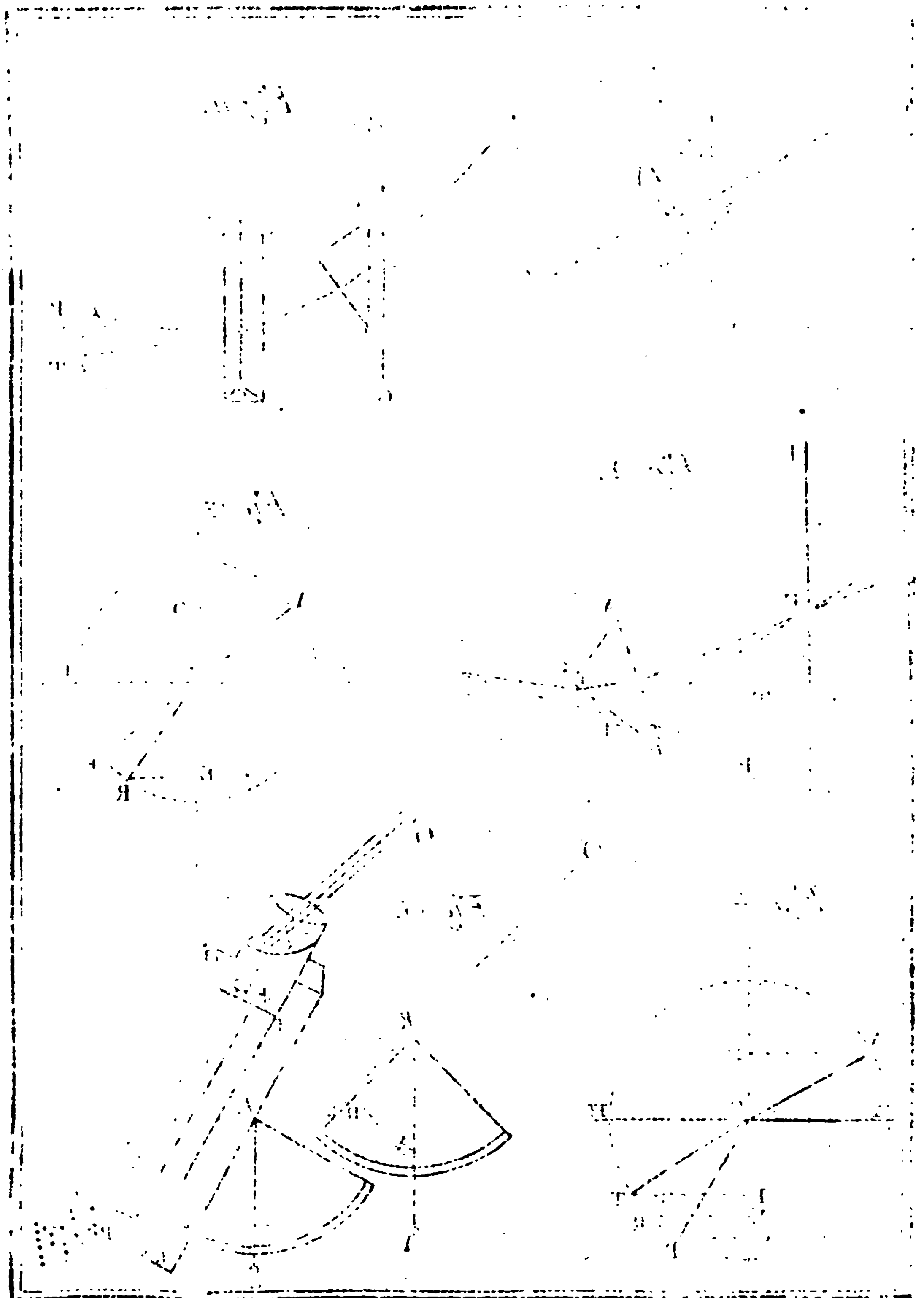
Pars I. Sectio II.

## XXXVII.

*Radiorum diversi generis Refractiones conferuntur, & maxime Refrangibilitatis differentia investigatur.*

Prosequendus est jam alter casus, ubi heterogeneorum Radiorum Refractiones conferendæ sunt. Quòd autem sinus Refractionis cujusque Radiorum generis sit ad sinum Incidentiæ in datâ quâdam ratione, experiri possis dimetiendo Refractiones singulorum insigniorum generum, juxta varias obliquitates in medium aliquod refringens seorsim incidentium, veluti in aquam (ad *Fig.* 15) in vase stagnantem, vel in Prismata vitrea, quorum diversæ sint quantitates angulorum verticalium. Nam, per unum Prisma proportiones sinuum ad singula Radiorum genera investigare possis, prout ostenditur ad *Fig.* 16, deinde per alia Prismata, (vel ejusdem Prismatis alios, seu minores, seu majores, angulos,) exquirere, an eædem proportiones in aliis obliquitatibus obveniant. Atque ita (observationibus accuratissimè factis) simul constabit, Refractiones cujusque generis Radiorum secundùm certas rationes sinuum peragi, & istorum sinuum rationes innotescent. Impræsentia verò, cùm eandem esse cujusque Radii Refractionem cognoverim, sive heterogeneis Radiis, (ut in Lumine Solis nondum refracto,) commistus incidat, sive ab heterogeneis priùs separetur: ostendam, quomodo per Refractionem immediati Luminis solaris hæ proportiones obtineri possint, imprimis determinando proportiones sinuum Refractionis inter se respectu ejusdem Incidentiæ, ac deinde cum communi sinu Incidentiæ conferendo. Et, quoniam de intermediis Radiorum generibus facile esset judicium ferre, si modò Refractiones extremorum essent cognitæ, satisfecero, si Radios maximè omnium refrangibiles cum minimè refrangibilibus comparavero. Itaque, in *Fig.* 21, sit ABC Prisma vitreum ita positum, ut Radii, tum ingredientes, tum egredientes, eandem quantitatem Refractionis, ut priùs, patiantur. Dies autem seligatur splendidus, & cubiculum esto valde obscurum, ut Colores usque ad ulti-

TAB. III. TAB. IV. TAB. V.

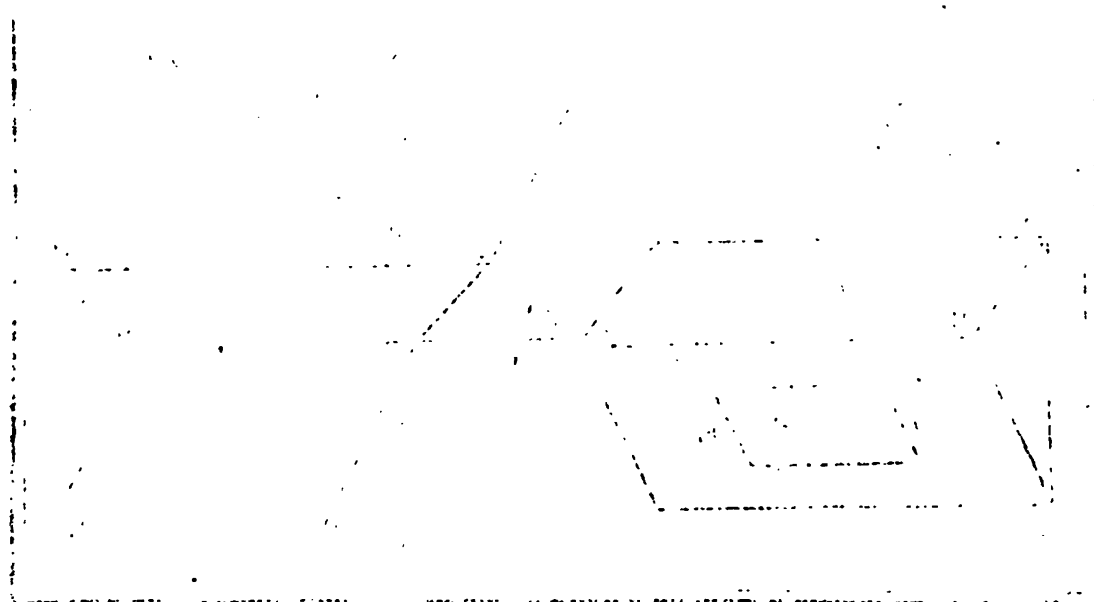


ultima, quæ occupent, ſpatia diſtinctè ſatis videri poſſint. Tunc ad diſtantiam viginti pedum, aut ampliùs à Priſmate, Radii excipiantur in papyrum aliquam directè obverſam, & ſpatii à Coloribus illuminati, (ut PT,) longitudo & latitudo menſuretur. Sic, Priſmate adhibito, cujus angulus verticalis ACB fuit $63^{\circ}.\ 12'$, & latitudine foraminis Radios intromittentis exiſtente quartâ parte digiti, ad diſtantiam XP, vel XT, 22 pedum, inveni maximam longitudinem imaginis PT eſſe $13\frac{1}{4}$ dig., circiter, & latitudinem $2\frac{5}{8}$ dig. Jam, ſi latitudo hujus imaginis ab ejus longitudine ſubtrahatur, manebit $10\frac{5}{8}$ digiti pro longitudine, quam habere debuiſſet, ſi Solis diſcus, (& foraminis F diameter,) fuiſſet infinitè parvus; hoc eſt, ſi Radii advenissent omnes in eâdem rectâ OF. Iſta itaque linea $10\frac{5}{8}$ dig. ſubtendit angulum, quem Radii duo ſimiliter incidentes per inæqualitatem Refractionis conſtituunt, quorum alter maximè omnium ſimiliter incidentium, & alter minimè omnium refringitur, qui proinde angulus ex calculo reperitur $2^{\circ}, 18'$. Verùm, cùm angulus iſte binâ Refractione ad X & Y conficiatur; & præterea, cùm utraque ſupponatur æqualis, calculus ad hoc negotium ſatis accuratus ex unicâ tantùm Refractione poterit inſtitui, puta, quæ conficitur ad latus BC. Etenim, ſi verticalis angulus ACB plano DC biſecetur, & alterum Priſmatis dimidium DCB, vel DCA, concipiatur tolli, Refractio ad alterum dimidium facta, Radiis obliquè incidentibus in AC, & perpendiculariter emergentibus è latere DC, vel perpendiculariter incidentibus in latus DC ſecundùm unicam lineam quandam XY, & obliquè emergentibus è latere BC: Refractio, inquam, ſic ad alterum dimidium facta, foret ſemiſſis Refractionis ad integrum Priſma, ſi modò unicum quodpiam Radiorum mediocriter refrangibilium genus ſpectetur. Quinetiam, ſi cetera omnia Radiorum genera ſimul ſpectentur, aſſertio illa, licèt non ampliùs ſit abſolutè vera, tamen veritati tam proximè accedet, ut, quoad ſenſum & calculum mechanicum, pro verâ habeatur. Quamobrem, cùm Refractionis utriuſque ad X & Y peractæ computatio geometrica ægriùs inſtitui poſſit, iſtud, more ad praxin magis accommodato utut mechanico, perficere non verebor; *De menſurâ Refractionum.*

Pars I. Sectio II. confisus id mihi vitio verti non debere, si, dum computationes rebus physicis adhibeo, minutias, quæ operam molestè & sine fructu producerent, missas faciam. Refractionem itaque ex unicâ tantùm parte Prismatis perpendam; &, quoniam omnes Radii, demptis mediocriter refrangibilibus, à dimidio ACD bis deberent refringi, & semel tantùm ab altero dimidio DCB, perpendiculariter ingressi latus planum DC secundùm lineam XY; itaque in dimidio DCB fiat calculus, hoc est, ad latus planum BC. Supposito, quòd omnibus Radiis secundùm eandem lineam XY allapsis, angulus, quem maximè refrangibiles cum minimè refrangibilibus, postquam refringerentur à latere BC, constituerent, foret dimidium anguli PYT; hoc est, 1°. 9'. Jam, cùm angulus Incidentiæ Radii XY, ex præmonstratis, sit 31°. 36'.; & angulus Refractionis mediocris 54°. 10'.; transferantur hæc omnia in *schema* 22, ponendo, quòd CB sit superficies distermi-

TAB. V. nans medium vitreum versùs A, & aereum versùs F, & quòd angulus Incidentiæ XYH sit 31°. 36'.; eritque angulus Refractionis RYF 54°. 10'.; & angulus PYT, 1°. 9'.; differentia nempe Refractionis inter maximè refrangibiles YP, & minimè refrangibiles YT. Qui angulus à Radio YR mediocriter refracto, & confinium cærulei & viridis occupante, bisecatur. Ac proin angulus PYR, vel RYT, erit $34\frac{1}{2}$ min., dimidium totius PYT. Adeòque, angulus PYE 54 grad. $44\frac{1}{2}$ min., & angulus TYE 53 grad. $35\frac{1}{2}$ min., & eorum sinus PG ac FT erunt 81656 & 80481, quorum proportione ad simpliciores numeros redactâ, erit PG ad TF ut $69\frac{1}{2}$ ad $68\frac{1}{2}$, circiter. Ad hunc modum experimenta & calculum cùm sæpiùs instituerim, horum sinuum proportiones inter terminos 67 ad 66, & 72 ad 71, semper obvenerunt; sed, ut plurimum, incidi in proportiones 69 ad 68, $69\frac{1}{2}$ ad $68\frac{1}{2}$, & 70 ad 69, quarum tantilla est differentia, ut parvi intereft quænam adhibeatur.

XXXVIII.



De mensurâ Refractionum.

XXXVIII.

*Illarum Refractionum sinus ad communem sinum Incidentiæ conferuntur.*

Ratione sinuum Refractionis pro extremis Radiorum similiter incidentium generibus sic inventâ, eorum computatio ad sinum Incidentiæ simul innotescit; quippe, qui paulò antè inventus est 52400; &, conferendo hunc 52400 ad sinus 81656 & 80481, eorum ratio in minoribus numeris reperietur $44\frac{1}{2}$ ad $69\frac{1}{2}$, & $68\frac{1}{2}$; aut $44\frac{1}{4}$, ad 69, & 68 ferè. Refractionibus nempe ex vitro in aere peractis.

XXXIX.

*Radiorum, ad oppositas partes ejusdem refringentis superficiei incidentium, sinus sunt reciprocè proportionales.*

Quòd si Radii è contra ex aere in vitrum similiter incidant; proportiones sinuum nullo negotio ex jam inventis eruuntur, utpote, quæ sunt reciprocæ. Sit I communis sinus Incidentiæ è vitro in aerem; P sinus Refractionis maximè refrangibilium Radiorum; R mediocriter refrangibilium; & T minimè refrangibilium. Dico, quòd ex horum reciprocè proportionibus, (si $\frac{1}{I}$ ponatur esse sinus Incidentiæ ex aere in vitrum, ) erit $\frac{1}{P}$ sinus Refractionis maximè refrangibilium Radiorum; $\frac{1}{R}$ sinus Refractionis mediocriter refrangibilium; ac $\frac{1}{T}$ minimè Refrangibilium. Nam, cùm sinus Incidentiæ Radii maximè refrangibilis è vitro in aerem sit I, & sinus Refractionis P, Radii ejus, ex aere in vitrum per easdem lineas retroacti, sinus Incidentiæ erit P, & sinus Refractionis I; siquidem jam Radius est incidens, qui priùs fuerit

 refra-

Pars I. Sectio II. refractus. Est ergo sinus Incidentiæ Radii maximè refrangibilis, ex aere in vitrum utcunque incidentis, ad sinum Refractionis, ut P ad I, hoc est, (applicando terminos rationis ad P, ) ut 1 ad $\frac{I}{P}$; hoc est, (applicando ad I denuo, ) ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{P}$: Et simili argumento constabit ejusmodi sinus Radii mediocriter refrangibilis esse, ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{R}$; & sinus minimè refrangibilis, ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{T}$. Liquet ergo, quòd, posito $\frac{1}{I}$ communi sinu Incidentiæ, erunt $\frac{1}{P}$, $\frac{1}{R}$, & $\frac{1}{T}$, singulorum generum, respectivè, sinus.

## XL.

### *Illustratur Refractio vitri.*

Rem numeris illustro. Cùm $44\frac{1}{4}$ ad 69, & 68, sit ratio sinûs communis Incidentiæ ad sinus maximè discrepantium Refractionum è vitro in aerem: sinus Incidentiæ communis, ad sinum Refractionis ex aere in vitrum erit, ut $\frac{1}{44\frac{1}{4}}$ ad $\frac{1}{69}$, & $\frac{1}{68}$, sive $\frac{69 \times 68}{44\frac{1}{4}}$ (= 106 ferè) ad 68, & 69. Hoc est, pro Radiis maximè refrangibilibus sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis ut 106 ad 68, & pro minimè refrangibilibus, ut 106 ad 69.

## XLI.

### *E Refractionibus extremorum generum facile est de intermediis conjecturam facere.*

Hisce sic determinatis, rationes sinuum pro Radiis intermediis facilè determinantur ex cognitis Colorum distantiis, quas in imagine coloratâ observant. Sic, Radii, qui ad cæruleum paulò magis, quàm ad flavum vergunt, cùm in mediam imaginem cadant, inter-

intermediam rationem ſinuum $44\frac{1}{4}$ ad $68\frac{1}{2}$, vel 106 ad $68\frac{1}{2}$, circiter, habebunt, & ſic de aliis. De menſurâ Refractionum.

## XLII.

THEOREMATE *oſtenditur, quomodo è Refractionibus Radiorum heterogeneorum ad vitrum, vel quodvis medium, inter ſe determinatis, poſſunt etiam ad alia quælibet media aeri contigua Refractiones, ſine novis experimentorum moleſtiis, inter ſe determinari.*

Ad eundem modum, quo Refractiones ad vitrum determinatæ ſunt, id ipſum poſſet fieri ad alia media; ſed è re erit, ut regulam jam oſtendam, quâ Refractionum iſtarum menſuræ ex ſinubus earum, ſic ad vitrum determinatis, poſſunt determinari ad quodlibet aliud medium propoſitum; idque licèt iſtud ſit alii medio, quàm aeri contiguum. In *Fig.* 23. Sit AB ſuperficies terminans aerem ex parte F, & vitrum ex parte G; ad cujus aliquod punctum X ducatur linea FXG ei perpendiculariter inſiſtens; & præterea concipiatur rectam IX ad angulum IXA infinitè parvum duci, ſecundùm quam omnes omnium formarum Radii ſupponantur incidere, & in X refringi, puta, maximè refrangibiles verſùs P, mediocriter refrangibiles verſùs R, & minimè refrangibiles verſùs T, aliòſque intermedios verſùs intermedias plagas. Porrò, ducatur linea quævis GH parallela ad lineam Incidentiæ IX, hoc eſt, perpendicularis ad FG; ea verò ſecet Radios in punctis P, R, & T, à quibus demittantur PC, RD, ac TE perpendiculares ad refringentem ſuperficiem AB. His ad vitrum ſic determinatis ac deſcriptis, ſi aliud quodvis medium in locum vitri jam concipiatur ſubſtitui, ceteris ſtantibus, & Radii alicujus mediocriter refrangibilis, ſecundùm lineam IX incidentis ad X, refractus X*r* ducatur ſecans rectam DR in *r*. Quod fieri ſuppono, ſiquidem modum, quo mediocriter refrangibilium Refractiones ad media quælibet inveſtigari poſſunt, antehac expoſui. TAB. V.

Pars I. Sectio II. Dein per punctum *r* ducatur recta *p t* secans lineas CP, & ET, in *p*, & *t* perpendiculariter, junganturque *p*X, & *t*X. Dico, quòd Radii maximè refrangibiles, secundùm dictam lineam IX incidentes, refringentur in lineam X*p*, & minimè refrangibiles in lineam X*t*, radiique cujusvis speciei, quos vitrum refringebat, ad quodlibet punctum PT, illi ad correspondens punctum rectæ *pt* per alterum dictum medium refringentur, quod pro vitro supponitur substitui; istis punctis linearum PT, & *pt* habitis pro correspondentibus, per quæ recta quævis parallela ipsi DR transit. Patet itaque modus, quo Refractiones quorumvis Radiorum, ex aere in quodlibet medium propositum obliquitate maximâ incidentium, determinari poterunt, cognitâ unici tantùm Radiorum generis in istud medium Refractione; & proportionibus sinuum ex obliquissimâ istâ Refractione determinatis, eorundem Radiorum Refractiones dabuntur ad quamlibet aliam datam Incidentiam.

## XLIII.

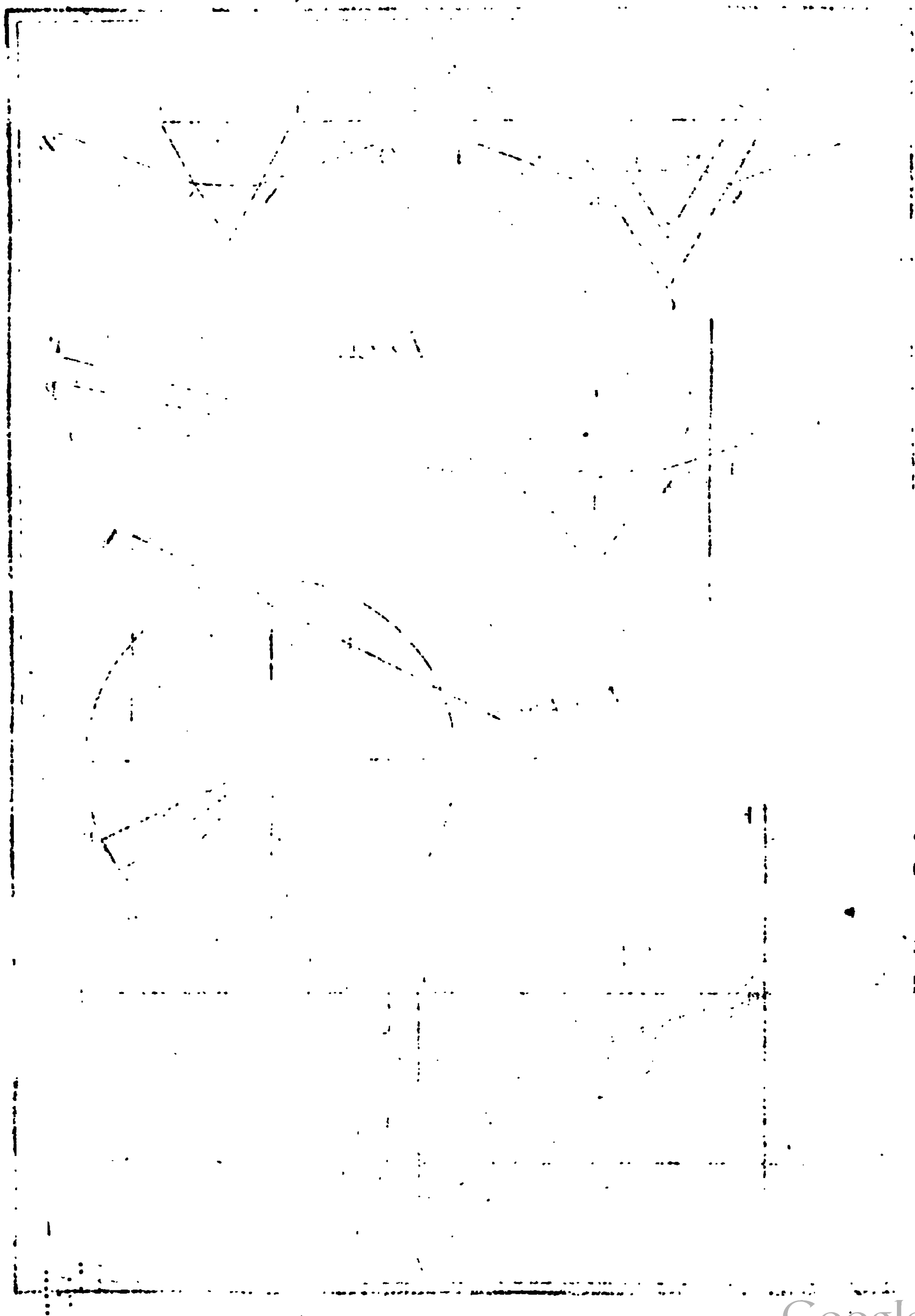
### *De Theorematis illius certitudine.*

Hujus quidem Theorematis certitudinem ab experimentis nondum habeo depromptam; sed, cùm à veritate vix multùm discrepare videatur, nihil veritus sum in presentiâ gratis assumere. Posthac fortè, vel experientiâ confirmabo, vel, si falsum invenero, corrigam.

## XLIV.

### *De proportione quarumdam linearum, quæ computo per hoc Theorema instituendo inserviat.*

Calculum quod attinet, is facilè potest institui ex hâc proportionalitate, quòd sinus Incidentiæ Radii IX, (hoc est, sinus 90 grad.,) sit ad sinum Refractionis, (puta, quæ facta sit in lineam XR,) sicut XR ad RG. Sic ad vitrum, erit XR. RG :: 106. $68\frac{1}{2}$, & XP. PG :: 106. 68; & XT. TG :: 106. 69; & inde



inde deducetur, quòd GP. GR. GT : : 39. $39\frac{1}{2}$. 40. Quæ proportiones semel inventæ possunt in eum finem asservari, ut earum ope Refractiones ad alia media, quàm vitra, determinentur. Nam, quolibet medio proposito, sumatur XE = 40, DE = $\frac{1}{2}$, & CD = $\frac{1}{2}$, atque perpendicula CP, DR, ET erigantur. Tunc, ex datâ sinuum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium proportione, hoc est, ex datâ proportione ipsius X*r* ad XD, dabitur punctum *r* & longitudo D*r*, cui æquales sunt C*p* & E*t*: punctisque *p* ac *t* sic datis, dantur rationes ipsarum X*p* & XC, hoc est, sinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis maximè refrangibilibus; ut & rationes ipsarum X*t* & XE, hoc est, sinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis minimè refrangibilibus. Sic, pro superficie aquam & aerem disterminante, sinus isti sunt ut 68 ad 90, pro minimè refrangibilibus; & ut 68 ad 91, pro maximè refrangibilibus, proximè. De mensurâ Refractionum.

## XLV.

### THEOREMA *aliud, ad idem peragendum.*

Proportionibus linearum XC, XD, & XE sic inventis, mensura Refractionum, ex aere in medium quodvis propositum & ad quamlibet Incidentiam factarum, per aliud insuper Theorema non inelegans determinari potest. In lineâ FX, (*fig.* 24.) ad refringens planum AB perpendiculari, sumatur punctum aliquod F, quod lucidum fingatur; ac ducatur quælibet F*d* secans AB in *d*, eaque concipiatur esse mediocriter refrangibilis Radius, cujus refractus ex aere in medium propositum esto *d*M, qui retroductus secet FX in *f*. Porrò fiat F*d*. F*e* : : XD. XE, (: : $39\frac{1}{2}$. 40; ) & F*d*. F*c* : : XD. XC, (: : $39\frac{1}{2}$. 39; ) centròque F, & intervallis F*e* & F*c* describantur circuli secantes AB in *e* & *c*; junganturque F*e*, F*c*, *fe*, *fc*, & producantur *fe* & *fc* indefinitè versùs N & L. Dico jam, si Radius minimè refran- TAB. VI.

 refrangibilis incidat secundùm lineam F$e$, quòd iste refringetur in lineam $e$N; & si maximè refrangibilis incidat secundùm F$c$, quòd iste refringetur secundùm $c$L; & sic Radii quorumlibet intermediorum generum manantes à puncto F, & in puncta sibi correspondentia, inter $c$ & $e$, incidentes, ita refringentur à medio proposito, quasi manassent omnes à puncto $f$; istis punctis inter C & E, atque $c$ & $e$, habitis pro correspondentibus, quorum distantiæ ab X & F respectivè, sunt in eàdem ratione cum DX & $d$F. Cujus Theorematis demonstrationi præsternantur duo Lemmata sequentia.

## XLVI.

*Ad ejus Theorematis demonstrationem.*

### LEMMA I.

TAB. VI. Duobus punctis $c$, $d$, in lineà quàpiam AB, (*fig.* 24.) sumptis; & aliis duobus $f$, & F, in ejus perpendiculo FX; junctisque $fd$, F$d$, $fc$, & F$c$, differentia quadratorum à duobus $fd$, & F$d$, concurrentibus ad $d$, æquabitur differentiæ quadratorum ab aliis duobus $fc$, & F$c$, concurrentibus ad $c$. Nam, cùm $fd$q $=f$Xq $+$ X$d$q; & F$d$q $=$ FXq $+$ X$d$q; erit differentia $fd$q $-$ F$d$q $=f$Xq $-$ FXq; &, ob eandem rationem, erit differentia $fc$q $-$ F$c$q $=f$Xq $-$ FXq. Quarè dictæ differentiæ, sic æquales eidem tertio, sunt æquales inter se. Q. E. D.

## XLVII.

### LEMMA II.

TAB. VI. Si Radius aliquis FG, (*fig.* 25.) incidat in superficiem AB, & refringatur versùs H; lineà GH retroductà, ut secet perpendiculum FX in $f$, dico, quòd $f$G ad FG est ut sinus Incidentiæ

dentiæ ad sinum Refractionis. Et è contra, si *f*G ad FG sit ut sin. Incidentiæ ad sinum Refractionis, erit *f*GH refractus ipsius FG. Etenim sumatur *f*K = FG, & demittatur KL perpendicularis ad FX; quo facto, cùm angulus GFX æquetur angulo Incidentiæ, & angulus G*f*X angulo Refractionis, erit GX sinus Incidentiæ, & KL sinus Refractionis, (habito respectu ad circulum, cujus semidiameter sit FG, vel *f*K,) sed *f*G. *f*K : : GX. KL; hoc est, *f*G. FG : : GX. KL. Q. E. D. De mensurâ Refractionum.

## XLVIII.

## DEMONSTRATIO.

His præmissis, Theorema propositum sic demonstratur. In *fig.* 24. ducatur IX obliquissima linea, secundùm quam Radii omnium formarum ex aere ad X incidere ponantur, & in medium propositum refringi; mediocriter refrangibiles versùs *r*; maximè refrangibiles versùs *p*; & minimè refrangibiles versùs *t*; eosque lineæ ad puncta D, C, & E normaliter erectæ secent in punctis *r*, *p*, ac *t*, ut explicabatur ad *Fig.* 23. Jam, cùm istorum Radiorum sinus Incidentiæ & Refractionis statuantur esse, ut X*r* ad XD; X*p* ad XC; & X*t* ad XE, respectivè; si præterea demonstratum fuerit, quòd *fd* ad F*d*; *fc* ad F*c*; & *fe* ad F*e*, respectivè, sint in eâdem ratione, (hoc est, quòd *fd*. F*d* : : X*r*. XD : : sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium; & *fc*. F*c* : : X*p*. XC : : sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis Radiorum, maximè refrangibilium,) constabit propositum ex Lemmate secundo. Et, mediocriter refrangibiles quod attinet, cùm *fd* supponatur refractus ipsius F*d*, erit (per Lemma secundum) *fd* ad F*d*, ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, hoc est, ut X*r* ad XD. Sed eadem proportionalitas in ceteris Radiorum generibus jam demonstranda proponitur, puta, quòd sit *fc*. F*c* : : X*p*. XC. Scilicet est F*c*. F*d* : : XC. XD; ut & F*d*. *fd* : : XD. X*r*, per hypothesin. Quare, permutando & connectendo rationes æquales, est F*c*. XC : : F*d*. XD : : TAB. VI.

Pars. I. Sectio. II. *fd*. X*r*; & quadrando F*c*q. XCq : : F*d*q. XDq : : *fd*q. X*r*q; diminuendòque per terminos æqualis rationis, F*c*q. XCq:: *fd*q—F*d*q, (sive, per Lemma 1., *fc*q—F*c*q, ) X*r*q—XDq, (sive C*p*q); &, augendo per terminos æqualis rationis, F*c*q. XCq : : *fc*q. C*p*q+XCq (X*p*q); denique, terminorum radices extrahendo, permutandòque, est *fc*. F*c* : : X*p*. XC. Quare *fc*, sive *c*L, est refractus ipsius F*c*, per Lemma secundum. Q. E. D.

Et eodem argumento patebit, quòd *e*N sit refractus Radii F*e*. Dèque aliis Radiis, pro variis Refrangibilitatis gradibus intermedia spatia variè occupantibus, idem intelligendum est.

## XLIX.

*Heterogeneorum Refractiones, à superficiebus aeri neutrâ ex parte contiguis,* THEOREMATE *etiam determinantur.*

De Refractionibus superficierum aeri contiguarum mensurandis hæc satis; quòd si desideretur id ipsum ad alias superficies aeri ex parte neutrâ contiguas fieri, sunto (in *Fig.* 26,) ABbH, & *abnm*, duo quælibet media secundùm planam superficiem H*b* contigua, & aere circumdata; sitque AB planum ipsi H*b* parallelum; & in eo sumatur punctum X; ad quod ducatur XV perpendicularis, & IX obliquissima linea, secundùm quam, (ut jam antè,) Radii omnium formarum incidant, &, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur ad P, R, & T, aliaque intermedia loca. Horum Radiorum, in propositam superficiem *ab* sic incidentium, Refractiones jam quærantur; &, cùm Refractiones mediocriter refrangibilium ad quaslibet superficies fuerint antehac expositæ, Radii XR sit refractus RM, & is retroducatur, donec secet perpendiculum XV in *f*; & insuper ducantur *f*P, *f*T, & producantur ad L & N. Dico, quòd PL erit refractus ipsius XP, ac TN ipsius XT, atque omnes aliarum formarum Radii incidentes inter P ac T ita refringentur, ut postea divergant à puncto *f*. Concipiatur enim, quòd medium *abnm* longiùs, versus

TAB. VI.

ſus *am*, producitur quàm medium AB*b*H, ita ut ejus plani *a*H*b* pars inter H & *a* ſit aeri contigua; & ad aliquod in eo punctum F ducatur perpendicularis F*g*, nec non obliquiſſima linea *i*F, ſecundùm quam Radii omnium formarum incidant, &, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur ad *p*, *r*, *t*, locaque intermedia, perinde ut effectum erat ad alterius medii ſuperficiem AB. Præterea, ſumatur FD=GR, & ducatur D*r* ipſi F*g* parallela, ut ſecet Radium F*r* in *r*, unde *rg* demittatur ad F*g* normalis, aliosque Radios F*p* & F*t* ſecans in *p*, ac *t*. Jam, cùm ſit *gr*=GR, erit etiam *gp*=GP, & *gt*=GT, ex oſtenſis ad *Fig.* 23; & inſuper, ex oſtenſis ad *Fig.* 18, cùm Radiorum ſecundùm IX & *i*F lineas parallelas incidentium eadem ſit Refractio in medium *abnm*; ſive immediatè ingrediantur ex aere, ſicut fit ad F; ſive priùs permeent aliud medium ut AB*b*H parallelis planis terminatum: ſequitur, quòd Radii, alterutro modo refracti in dictum medium *abnm*, ſunt paralleli Radiis homogeneis altero modo in idem medium refractis, hoc eſt, quòd F*p* ad PL; F*r* ad RM, & F*t* ad TN ſunt paralleli. Quapropter, ſi refracti Radii PL, RM, ac TN retroducantur, donec ſinguli occurrunt perpendiculo GX, cum eo & baſibus GP, GR ac GT conſtituent triangula ſimilia triangulis *gp*F, *gr*F, & *gt*F, imò & ipſis æqualia, ſiquidem eorum baſes *gp* & GP; *gr* & GR; *gt* & GT ſibimet reſpectivè ſint æquales. Quare, cùm horum triangulorum vertices conveniant ad idem punctum F, illorum etiam vertices ad idem aliquod punctum *f* convenient; hoc eſt, Radii PL, RM, ac TN, ipſorum XP, XR, & XT refracti, divergent omnes ab eodem puncto *f*. Q. E. D.

De menſurâ Refractionum.

## L.

### THEOREMA *illud notis quibuſdam promovetur.*

Oſtenſo hoc, ſequentia obveniunt notanda. 1. Quòd proportiones ſinuum Incidentiæ & Refractionis, ad ſuperficiem H*b* factæ, ex his facilè determinantur. Nam, pro Radiis maximè re-

Pars I. Sectio II. frangibilibus sinus isti sunt ut $fP$ ad $Px$, & pro minimè refrangibilibus ut $fT$ ad $XT$; &c.

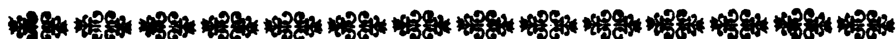
2. Hinc, si proportiones sinuum Refractionis ex aere in duo quælibet media proposita, paribus Incidentiis, dentur; proportiones sinuum Refractionis ex altero mediorum in alterum facilè dabuntur; dividendo nempe sinus posterioris medii per correspondentes sinus anterioris. Sic, cùm Refractio fit ex aere in vitrum, dicti sinus sunt ut 68, $68\frac{1}{2}$, 69; &, cùm fit ex aere in aquam, sunt ut 90, $90\frac{1}{2}$, 91. Ergo, cùm fit ex aquâ in vitrum erunt, ut $\frac{68}{90}$, $\frac{68\frac{1}{2}}{90\frac{1}{2}}$, $\frac{69}{91}$, hoc est, ut 281, $281\frac{1}{2}$, 282, ferè.

3. Si tertium aliquod medium aere densius postponatur medio ***abnm***, contingens illud in superficie ***mn***, quæ concipiatur plana ipsisque AB & ***ab*** parallela; & si Radii divergentes à puncto $f$, (sicut modò ostensum erat,) in illud incidant ad puncta L, M, & N; postquàm in iisdem refringuntur, divergent rursus ab alio quodam puncto $x$, quod situm est in perpendiculo XG. Et sic præterea in infinitum, quotcunque licèt media parallelis planis ab invicem discreta, sese ordine sequantur. Quòd, si aer immediatè succedat medio ***abnm***, punctum istud $x$, à quo emergentes Radii tendunt, situm erit ad V in ipsâ refringente superficie, propterea quòd emergent paralleli ad summè obliquam lineam IX, secundùm quam primùm incidebant ex aere; si modò emergere dicantur, qui nunquam divaricabant à refringenti superficie.

4. Si Radii ab aliquo puncto F, in aere sito, divergentes, tendant ad puncta $c$, $d$, $e$, eo more, quem ad *schema* 24 explicui; & per varia deinde plana refringentia ipsique AB parallela transeant, semper divergent omnes ab eodem aliquo puncto, quod situm est in perpendiculo planorum per punctum F transeunte, non secus, quàm si incidissent in planum AB, advenientes in obliquissimâ lineâ IX; & longitudines Radiorum, punctis refringentibus dictòque perpendiculo interceptorum, sunt ut sinus Incidentiæ & Refractionis ad singula plana, quæ respiciunt. Quarum assertionum demonstrationes, cùm facilè eruantur è prædictis, prætermitto, ne nimius in hac re videar.

PARS

De Planorum Refractionibus.



## PARS PRIOR.

## SECTIO TERTIA.

# De Planorum Refractionibus.

POSITIS Refractionum legibus Radiorum per diversa media trajectorum, affectiones aliæ jam tradendæ sunt; & primò, Refractiones planorum, in gratiam doctrinæ de Coloribus post explicandæ, describam; deinde sphæricarum & aliarum superficierum proprietates enarrabo, tum ut Colorum exinde ortorum phænomena detegantur, tum ut instrumentorum opticis usibus inservientium constructio rectiùs innotescat. Imprimis autem plani solitarii Refractiones, deinde planorum Refractiones iteratas considerabo.

### *De plani solitarii Refractionibus.*

Quod ad Radios ejusdem cujuscunque generis attinet, passiones in Lectionibus Dris. BARROW (his fundamentis; quòd Radii Lucis in similari medio directi sunt; quòd eorum Refractio fit in superficie ad medii refringentis superficiem perpendiculari; & quòd sinus Incidentiæ perpetuò sunt proportionales sinubus Refractionum in aliud medium similare factarum) traduntur, & idcirco sufficiet aliquas sub formâ lemmaticarum Propositionum sine demonstrationibus hic recensuisse.

### PROP. I.

* *Radii cujusvis refracti incidens, incidentis vicissim fit refractus.*

### PROP. II.

† *Angulo Incidentiæ æquali æqualis, & majori major convenit, tum angulus Refractionis, tum refractus, & contra.*

 PROP.

* BARROW Lect. Opt. L. III. Art. 3. † Ibid. Lect. III. Art. 4. & 6.

## PROP. III.

* *Incidentium Radiorum refractos exhibere.*

Instantiam in Radiis ad medium densius è rariori divergentibus accipe.

TAB. VI. In *Fig.* 27. Sit F punctum Radios FR, F*r*, aliosque innumeros versùs refringentem superficiem AR ejaculans; sitque FA Radius perpendicularis, quem produc ad K, ut sit AF ad AK, sicut sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ; & ad K erige perpendiculum KL. Quo facto, Radios quoslibet incidentes FR, F*r*, retrorsum produc, donec præfatæ KL occurrant in L & *l*; & in angulo FAR, inscribe RD=RL, & *rd*=*rl*. Quibus versùs M & *m* productis, habebis refractos Radios RM, & *rm*; & eàdem ratione refractos quamplurimos confestim duces.

## PROP. IV.

*Radium datæ rectæ parallelum designare, cujus refractus per datum punctum transibit.*

TAB. VI. In *Fig.* 28 sit AB superficies refringens, M punctum datum, & GH recta, cui Radius incidens debet esse parallelus. Et imprimis Radii secundùm GH incidentis duc refractum HI, per Prop. III.; eique parallelum age MR; & FR, datæ GH parallelè ductus, erit Radius incidens.

## PROP. V.

*Radium è dato puncto progredientem designare, cujus refractus evadet rectæ positione datæ parallelus.*

Absolvitur ad modum quartæ Propositionis, denominatione Radiorum (secundùm Prop. I.) permutatâ.

PROP.

* BARROW *Lect. Opt.* L. IV. Art. 5.

De Planorum Refractionibus.

## PROP. VI.

*Radium è dato puncto F procedentem designare, cujus refractus per aliud punctum datum M transibit.*

Per F & M, (*Fig.* 29.) ducantur refringenti perpendiculares, &, Radio in medium densius incidente,) fiat AE ad AF, ut sinus Incidentiæ ad radicem differentiæ quadratorum à sinubus Incidentiæ & Refractionis. Item, T ad MI, ut sinus Refractionis ad eandem radicem. Anguloque AIM, per E transiens, ipsamque T adæquans, inscribatur recta RH; & connectantur FR, RM; nam ipsæ FR, RM, erunt Radii quæsiti. TAB. VII.

Cùm Radius incidit in medium rarius, appellatione (secundùm Prop. 1.) commutatâ, absolvitur ut antè.

Ceterùm, quo pacto data recta angulo recto interserenda sit, quæ per punctum datum transibit, in *Lect.* V. Dris. † BARROW, per hyperbolæ & circuli intersectionem, ostenditur.

## PROP. VII.

†† *Radiorum ad planam superficiem divergentium, parallelorum, vel convergentium, refracti, itidem divergent, paralleli erunt, vel convergent, & è contra.*

## PROP. VIII.

*Punctum, à quo refracti illi Radii divergunt, vel ad quod convergunt, invenire.*

## CASUS I.

Cùm Radiorum definita sit inclinatio, duc refractos per Prop. III. IV. V., vel VI., & intersectionem habebis.

CASUS

† Art. 7. Sed idem D. BARROW hoc fecit generaliùs & concinniùs in *Lect. Geom.* L. VI. Art. 2. †† Ibid. L. IV. Art. 2. &c.

Part I. Sectio III.

## CASUS II.

At, cùm inclinatio existit quàvis datâ indefinitè minor, eòdem recidit Problema, ac si punctum in Radio obliquo refracto quæres, quod Radiorum alterutrinque jacentium intersectiones disterminat & intercedit, quodque pro Radiationis centro, seu loco imaginis respectu oculi, per cujus pupillæ centrum Radius ille transigitur, haberi debet; ejus autem inventio ejusmodi est. In TAB. VII. *Fig.* 30 sit DRM refractus cujusvis incidentis FRN, sitque F centrum Radiationis incidentium, (sive divergentium, sive convergentium) Radiorum; & FA, refringenti normaliter insistens, secet RM in D. Jam, ab A demitte ad hos Radios perpendicula AG & AH; fac esse RF. R*f*: : FG. DH; & ipsius RM, aliorumque refractorum proximè RM utrinque jacentium centrum radiationis erit *f.* *

## SCHOLIUM.

Ceterùm punctum hoc *f* Radiorum in plano FAR jacentium concursus solummodo existit; nam, aliorum extra planum FAR jacentium refracti, nec in puncto *f*, nec ullibi omnino Radium R*f* secabunt; si eos solummodo excipias, quorum incidentes jacent in superficie conicâ, cujus axis est AF, vertex F, & semiangulus AFR; utpote, qui omnes præfatum R*f* in puncto D secabunt, quod in axe FA sit positum. Et hujus itaque R*f* centra Radiationis præcipuè sunt duo, alterum *f*, à refractis jacentium in plano FAR effectum; & alterum F à refractis jacentium in conicis superficiebus axe FA, angulisque AFR, ADR descriptis. Ad reliquos autem Radios quod attinet, aliter circa FR quaquaversum positos; eorum refracti maximè appropinquant Radio R*f*, alicubi inter D & *f*; adeò ut respectu Oculi, per cujus pupillæ centrum Radius RM transit, locus imaginis per totum spatium *f*D diffundi debeat: Vel potiùs, cùm spatium *f*D sit unici tantùm puncti F imago, debemus unicum aliquod in eo punctum, quod

* Vid. BARROW *Lect. Opt.* L. V. Art. 15. &c.

quod omnis Lucis ab eo versùs Oculum pergentis meditullium occupet, inter puncta D & $f$ in mediâ, circiter, distantiâ interjacens, pro sensibili imagine statuere. Puncti verò illius accurata determinatio, cùm omnium Radiorum ab F versùs Oculi pupillam refractorum habenda sit æstimatio, Problema solutu difficillimum præbebit, nisi hypothesi alicui, saltem verisimili si non accuratè veræ, innitatur assertio. Quemadmodum, cùm Radii æquè multi à termino D aliisque vicinis punctis, ac à termino $f$ aliisque punctis similiter sibi vicinis, versùs Oculum videantur profluere; locus imaginis ita debet in medio istorum terminorum statui, ut angulus, quem Radii duo à D & $f$ ad idem quodpiam pupillæ punctum convergentes includant, à Radio ab illo visionis loco ad idem pupillæ punctum pergente, quàm proximè semper bisecetur. Quâ hypothesi admissâ, nihil aliud agendum est, quàm ut fiat $Mf + MD. MD :: fD. DZ$; & erit Z locus visionis puncti F quæsitus; posito nempe quòd M sit locus Oculi. Nam, cùm ponatur $Mf + MD. MD :: fD. DZ$, erit divisim $Mf. MD :: fZ. DZ$; & proinde, (ductis tribus lineis à $f$, D, & Z, ad M, vel potiùs ad punctum quodpiam huic M indefinitè vicinum,) angulus, quem externæ duæ continent, ab interjacente lineâ (per 3. 6. Elem.) quàm proximè semper bisecabitur.

De Planorum Refractionibus.

His paucis circa Radios homogeneos in gratiam sequentium obiter notatis, ut eorum penitior cognitio habeatur, Lectiones, quas Vir Reverendus Dr. BARROW de iisdem fusiùs composuit, consulendas esse hortor; déque heterogeneis, sive dissimiliter refrangibilibus Radiis pergo actutum disserere.

## PROP. IX.

*E Radiis diversi generis, à puncto lucido fluentibus, soli possunt ad focum, vel aliud commune punctum refringi, qui jacent in plano per utrumque punctum transeunte, & ad planum refringens perpendiculari.*

Pars I. Sectio III. Utpote, cùm Radii cujusque Refractio semper fiat in plano ad medii refringentis superficiem perpendiculari, & ejusmodi duo plana per utrumque punctum transire nequeant.

## PROP. X.

*E Radiis diversorum generum à dato puncto fluentibus, quorum refracti ad aliud punctum datum convergunt, illi magis à lineâ rectâ, punctis concursuum sive Radiationum centris interjacente, divaricant, qui sunt magis refrangibiles.*

TAB VII. Sint F P $f$, F Q $f$ (*Fig.* 31.) Radii dissimiles hinc & inde convenientes in F & $f$; & manifestum est, quòd non penitus coincident, quia sic par esset Refractio, contra hypothesin. Neque Radius magis refrangibilis potest esse rectæ F $f$ propior. Sic enim, propter obliquitatem ex parte medii densioris majorem, major esset ejus Refractio per Prop. II. *, & hypothesin; hoc est, angulus F $p$ $f$ esset minor angulo F Q $f$, contra 21. 1. Elem. Restat itaque, ut sit magis refrangibilis F P $f$, qui à rectâ F $f$ magis divaricat.

## LEMMA I.

TAB. VII. *Quatuor lineis* GB, GC, GD, GE (Fig. 32.) *à dato puncto* G *ad datam lineam* EB *ita ductis, ut sit* GB. GC :: GD. GE; *Angulus* BGC, *quem minima* GB *cum alterutrâ intermediarum* GC *constituit, major est quàm angulus* DGE *ab alterâ intermediâ* GD *& maximâ* GE *constitutus.*

Nam, centro G, radio GE, describatur circulus EK, & radius GK ducatur, constituens angulum DGK æqualem angulo BGC, & puncta K, D jungantur; eruntque triangula GDK, GCB similia, propter æquales angulos ad G, & latera circa illos proportionalia: (6. 6. Elem. & Hypoth.) Nempe GB. GC :: GD. (GE) GK. Quare angulus KDG = ang. CBG. Sed ang. EDG (16. 1. Elem.) major est ang. CBG, ergo linea KD major

* Pag. 125. hujus.

jor eſt ED (7. 3. Elem.) & ang. KGD ſuperat ang. DGE (25. 1. Elem.) hoc eſt, ang, CGB major eſt ang. EGD. Q. E. D.

De Planorum Refractionibus.

## LEMMA II.

*Poſitis iſtis angulis infinitè parvis, ac* GA *perpendiculari ad lineam* EB *demiſſâ, erit ang.* EGD ad *ang.* CGB : : BA. DA.

A punctis enim B, & D, ad lineas GC, GE, demittantur normalia BR ac D*r*; & erunt anguli præfati ad ſe invicem ut eſt $\frac{Dr}{DG}$ ad $\frac{BR}{BG}$; ponendo nempe lineas iſtas BR ac D*r* æquipollentes eſſe arcubus infinitè parvis, quibus anguli iſti ſubtenduntur. Eſt autem BG. CG : : DG. EG, ex hypotheſi; & diviſim BG. CR : : DG. E*r*. Item, propter ſimilia triangula BAG, CRB; eſt BA. AG : : CR. BR; & pari ratione, EA, vel DA. AG : : E*r*. D*r*, ſive AG. DA : : D*r*. E*r*. Quamobrem, addendo rationes æquales, eſt BA. AG + AG. DA ( : : BA. DA) : : CR. RB + D*r*. E*r*, (& permutatis terminis poſteriorum rationum,) : : CR. E*r* + D*r*. BR, (& æquipollente ratione pro CR. E*r* ſubſtitutâ) : : BG. DG + D*r*. BR (terminiſque ad invicem applicatis) : : $\frac{Dr}{DG}$. $\frac{BR}{BG}$. Eſt itaque BA. DA : : $\frac{Dr}{DG}$. $\frac{BR}{BG}$; hoc eſt, ut ang. EGD ad ang. CGB. Q. E. D.

## PROP. XI.

*Heterogeneis Radiis ſecundùm eandem lineam incidentibus; quò obliquior eſt eorum Incidentia, ceteris paribus, eò major erit differentia Refractionis.*

In *Fig.* 33. ſit FG linea, ſecundùm quam duo Radii incidunt, quorum unus maximè refrangibilis pergat verſùs P, & minimè refrangibilis verſùs T; eritque angulus PGT differentia Refractionis. Item, eſto FH linea obliquior quàm FG, & ſecundùm hanc alii duo ejuſmodi Radii incidant, quorum maximè re- TAB. VII.

Pars I. Sectio III. frangibilis versùs $p$, & minimè refrangibilis versùs $t$ refringitur; & similiter erit angulus $pHt$ eorum differentia Refractionis. Dico jam, quòd sit angulus $pHt$ major quàm PGT. Demittatur enim FA ad refringens planum linea normalis, quæ refractos Radios retroactos secet in D, & E; L, & M; & ad hanc à puncto G ducantur duæ lineæ GB, GC, ipsis HL, HM, parallelæ. Jam, cùm tres lineæ GF, GD, GE (ex naturâ Refractionis ante descriptâ §. XXV, XXVI & seq. *) sint in ratione datâ, & alteræ tres HF, HL, HM in eâdem ratione, proportionales erunt HL. HM : : GD. GE; sed est HL. HM : : GB. GC, propter triangula similia LMH & BCG. Quare, GB. GC : : GD. GE, adeòque angulus BGC est major ang. DGE, per Lemma 1, hoc est, ang. LHM superat ang. DGE, sive ang. $pHt$ est major ang. PGT. Q. E. D.

TAB. VII. Ceterùm, ut de mutuis angulorum PGT & $pHt$ (in *Fig.* 33.) proportionibus habeatur plenior determinatio, dico præterea, quòd sunt inter se, quàm proximè, ut lineæ AB & AD; segmenta nempe basium triangulorum æquealtorum, quorum alterum EGD constituitur à Radiis GP, ac GT, cum perpendiculo AF concurrentibus, & alterum CGB sit simile triangulo MHL à Radiis H$p$ & H$t$ similiter constituto. Nam, anguli EGD & CGB, si essent infinitè parvi, forent inter se ut AB ad AD, per Lem. II. At isti, ex hypothesi, sunt æquales angulis PGT, & $pHt$. Quare etiam illi PGT & $pHt$, modò essent infinitè parvi, forent itidem ut AB ad AD; & pari ratione constat, quòd sunt, quàm proximè, ut AC ad AE. Scilicet eorum ratio has duas rationes semper intercedit, & ideò veritatem adhuc propiùs assequemur adhibendo rationem intermediam. Nempe, quòd est PGT ad $pHt$ ut AB+AC ad AD+AE, vel ut $\sqrt{AB \times AC}$ ad $\sqrt{AD \times AE}$, proximè.

## PROP. XII.

***Radios diversorum generum à dato puncto profluos designare, quorum refracti per aliud punctum datum transibunt.***

* Pag. 98, & seq. hujus.

Cùm

Cùm punctorum alterutrum infinitè distat, ut Radii ex eâ parte existant paralleli; res per Prop. IV., & V. * absolvitur, & per Prop. VI. † cùm utrumque infinitè distat. De Planorum Refractionibus.

## SCHOLIUM.

E re erit, ut ostendam, quomodo ex datâ alicujus Radii positione, ceteri omnes expeditiùs determinentur.

## CASUS I.

Sint in *Fig.* 34. FT, FR, FP, Radii ab F prodeuntes, quorum refracti TO, RM, PK paralleli sunt futuri. Et Radii FT esto sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, sicut *I* ad *T*, quemadmodum & Radiorum FR, & FP sinus isti sicut *I* ad *R* & *P*. Jam, ut, horum quovis FT positione dato, ceteri confestim designentur, demitte FA refringenti normalem, & in angulo FAT inscribe TE, TD, hâc lege, ut sit *T. R. P* : : TF. TE. TD; & ipsis TE, TD age parallelas FR, FP. Dico factum. Scilicet, refractis TO, RM cum perpendiculo DA occurrentibus in G, & H, erit *I. T* : : TG. TF; & præterea, cùm sit *T. R* : : TF. TE (hyp.), erit ex æquo *I. R* : : TG. TE. Sed est *I. R* : : RH. RF, ergo TG. TE : : RH. RF; atque adeò, cùm TE, & RF parallelæ sint (ex hyp.), erunt etiam TG & RH parallelæ. Q. E. O. Deque Radii PK parallelismo consimile est ratiocinium. TAB. VIII.

## CASUS II.

Si parallelis incidentibus refracti ad datum punctum convergant, propositum nihil secus exequaris, ut è Prop. I. †† patet.

## CASUS III.

Denique si divergant incidentes, & refracti convergant, Problema solidum est, sed ad planum quodammodo reducitur, fin-



* Pag. 126. hujus. † Pag. 127. hujus. †† Pag. 125. hujus.

Pars I. Sectio III. gendo differentiam Refrangibilitatis infinitè parvam esse; quæ cùm semper sit admodum exigua, solutionem ex istâ hypothesi haud gravatim exhibebo.

TAB. VIII. Pone FRX (*Fig.* 35) Radium esse positione datum, & Radios FPX, FTX, (quorum datæ sunt sinuum Incidentiæ & Refractionis rationes,) punctis F, & X interferendos esse. Jam, alios etiam Radios, æquè refrangibiles ac Radios FP, FT, finge secundùm lineam FR incidere, & refractos eorum RO, RK (ope Prop. tertiæ *) describe, centràque Radiationum Y & Z (per Prop. VIII. †) quære; ac junge YX ac ZX refringenti occurrentes in P ac T. Dico factum. Nempe FPX, FTX esse Radios, quos oportuit designare. Nam, cùm, ex hypothesi, differentia Refrangibilitatis, adeòque distantia punctorum T, R, & P, sit indefinitè parva, constat homogeneos Radios RO, PX, sibi mutuò vicinissimos esse, & inde ab eodem Radiationis puncto Y divergere; rectè itaque determinavi Radium PX per Radii RO centrum Radiationis transiturum esse; deque Radio TX par est ratio.

Verùm enimverò, cùm anguli PXT determinatio eò spectet, ut noscatur, quanta sit objectorum mediante Refractione visorum, propter inæquabiles absimilium Radiorum Refractiones, confusio, perque quantum spatium Colores inde emergentes extendantur, quemadmodum pateat, concipiendo F esse punctum lucidum, quod Oculo in X constituto per totum angulare spatium PXT, quod Radiis PX ac TX maximè minimèque omnium refrangibilibus comprehenditur, dilatum ac diffusum appareat; de magnitudine ejus paucula adjiciam. Finge lineam curvam Y*f*Z descriptam esse, in quâ Radiationum centra Radiorum omnigenorum jacent, secundùm lineam FR incidentium, & ita refractorum in puncto R, ut per totum angulum KRO divaricent; & ista curva non malè assimilabitur objecto lucido, cujus angulus visibilis, sive apparens magnitudo, ad Oculum in X situm, sit YXZ, ac distantia ab eodem Oculo ad meditullium ejus æstimata *f*X. Et hinc consectatur,

1. Quod, (cùm rei visibilis apparens magnitudo penè sit reciprocè

* Pag. 126. hujus. † Pag. 127. hujus.

ciprocè ut distantia ejus,) stante puncto F, & puncto X in lineâ RX ubicunque sumpto, angulus PXT, sive YXZ, penè erit reciprocè ut longitudo $fX$. Et hinc, intervallo RX diminuto, angulus PXT augetur, ejúsque quantitas in quâlibet puncti X distantiâ dabitur, si modò data fuerit unquam in quâpiam distantiâ. De Planorum Refractionibus.

2. Quinetiam angulo ORK cognito, cognoscitur angulus quilibet PXT, sumendo eum in ratione ad ORK, quam habet $Rf$ ad $Xf$; quippe cùm YRZ, (cui ORK æquatur,) sit objecti $YfZ$ in distantiâ $fR$ apparens magnitudo.

3. Cùm itaque angulus ORK, pro quâlibet obliquitate Radiorum juxta RF incidentium, supra in Schol. ad Prop. XI.* determinatus habeatur, & punctum $f$ haud difficilè inveniatur; faciendo, juxta Prop. VIII†, ut fit RF. $Rf$ :: $\frac{AFq}{RF}$. $\frac{ADq}{RD}$, satis constat anguli PXT inventio.

4. At ex abundanti subnoto prædictam curvam $YfZ$, in quâ Radiorum omnis generis, in puncto R refractorum, Radiationum centra locantur, esse Cissoidem vulgarem, sive *Diocleam*, circulo accommodatam, cujus diameter RE sit ad AR ut RFq ad FAq. Nam, super diametro RE descripto circulo isto RCE, agatur quævis recta $fBC$ normalis ad RE, circulòque in C, & curvâ in $f$ terminata. Et, propter analoga latera similium triangulorum RAD, $RBf$, erit ADq. AR×DR :: $Bfq$. BR×$fR$; &, applicando posteriorem rationem ad BR, fiet ADq. AR ×DR :: $\frac{Bfq}{BR}$. $fR$; rursusque ducendo consequentes rationum in $Rf$, & applicando ad AR, orietur, ADq. DR×$Rf$ :: $\frac{Bfq}{BR}$. $\frac{Rfq}{AR}$. Est autem $\frac{AFq}{FR}$. $\frac{ADq}{DR}$ :: RF. $Rf$, ut priùs; &, consequentibus in DR, & antecedentibus in FR ductis, oritur AFq. ADq :: FRq. DR×$Rf$; & vicissim AFq. FRq :: ADq. DR ×$Rf$. Quamobrem, rationes eidem tertiæ congruentes connectendo, habebitur $\frac{Bfq}{BR}$. $\frac{Rfq}{AR}$ :: AFq. FRq; ducendoque anteceden-tes

* Pag. 131. hujus. † Pag. 127. hujus.

Pars I. Sectio III. tes rationum in BR, & consequentes in AR, prodibit $Bfq. Rfq :: AFq \times BR. FRq \times AR$; & insuper, applicando posteriorem rationem ad AFq, fiet $Bfq. Rfq :: BR. \frac{FRq \times AR}{AFq}$. Sed, cùm posuerim $RE. AR :: ERq. AFq$, erit $\frac{FRq \times AR}{AFq} = RE$, & proinde $Bfq. Rfq :: BR. RE$, ac divisim $Bfq. Rfq - Bfq\ (BRq) :: BR. BE$. Atqui, ex naturâ circuli, est BC media proportionalis inter BR & BE, adeoque est $BR. BE :: BRq. BCq$; & proinde $Bfq. BRq :: BRq. BCq$, sive $Bf. BR :: BR. BC$; quod indicat curvam esse Cissoidem, sicut ostendendum proposui.

Refractionibus ad superficiem, data duo media disterminantem, transactis, ad explorandum quid, ex auctâ alterius medii raritate, vel densitate, consequitur, sive, ad diversorum mediorum effectus inter se conferendum, jam animum adjicio.

## LEMMA III.

TAB. VIII. *Si à duobus punctis* D, G, (fig. 36) *in lineâ quapiàm* AD *sitis, ad alia duo puncta* L, N *in ejus perpendiculo sita, ducantur quatuor rectæ* DN, DL, GN, GL, *ratio ductarum ad punctum remotius* N *magis accedit ad æqualitatem, quam ratio ductarum ad vicinius punctum* L, *sive est* GN. DN in majore ratione, quàm GL. DL.

Sit enim $GN. DN :: GL. R$; & erit $GNq. DNq :: GLq. Rq :: GNq - GLq. DNq - Rq$. Quare, cùm sit DN major GN, sive DNq major GNq, erit $DNq - Rq$ major quàm $GNq - GLq$. Verùm est $GNq - GLq = DNq - DLq$, (§. XLVI. *;) & ideò $DNq - Rq$ major quàm $DNq - DLq$, hoc est, DLq superat Rq, sive DL superat R. Atque adeò, cùm supponatur $GN. DN :: GL. R$, erit GN. DN in ratione majore, quàm GL. DL. Q. E. D.

PROP.

* Pag. 120. hujus.

De Planerum Refractionibus.

## PROP. XIII.

*Posito Radiorum diversi generis communi sinu Incidentiæ, quò magis diversa est mediorum densitas, eò major erit inæqualitas rationis sinuum Refractionis.*

In *Fig.* 37. sit F*c* Radius è minimè refrangibilibus, utcunque in superficiem A*c* incidentibus, sitque refractus ejus *cl*, qui retroactus secet perpendiculum FA in *f*. Dein capiatur A*e*, ut sit F*e* ad F*c* in datâ quâdam ratione, qualem antea descripsimus, (§. XLIV. (1), XLV. (2), & XLIX. (3):) hâc scilicet conditione, ut, habito F*e* pro Radio maximè refrangibili, refractus ejus ab eodem puncto *f* divergat. Facto hoc, si pro posteriori medio aliud utcunque densum, rarumve, substituatur, ejusmodi duo Radii secundùm easdem rectas F*e*, F*c* incidentes, semper debent ita refringi, ut ab eodem aliquo perpendiculi istius puncto similiter divergant, (§. XLV., & XLIX.:) quemadmodum à *g* versùs l & n; posito, quòd hoc medium posterius sit densitatis ab anteriori magis diversæ, quàm alterum posterius medium, quod efficiebat divergentes à *f*. Ostendendum est itaque, quòd major sit inæqualitas rationis sinuum Refractionis in posteriori, quàm in priori casu. Scilicet, Radii F*cl* sinus Incidentiæ est ad sinum Refractionis, ut *fc* ad F*c*, (§. XLVII. (4)) hoc est, ut 1 ad $\frac{Fc}{fc}$. Et sic Radii F*en* sinus isti sunt ut 1 ad $\frac{Fe}{fe}$, quare sinus Refractionum eorundem Radiorum sunt inter se ut $\frac{Fc}{fc}$ ad $\frac{Fe}{fe}$. Et simili discursu constabit, quòd Radiorum *c*l, *e*n, refractorum consimiles Refractionum sinus sunt ut $\frac{Fc}{gc}$ ad $\frac{Fe}{ge}$. Restat itaque probandum, quòd inter $\frac{Fc}{gc}$ & $\frac{Fe}{ge}$ major sit disproportio, quàm inter $\frac{Fc}{fc}$ & $\frac{Fe}{fe}$; hoc est, (cùm sit $\frac{Fe}{fe}$ major quàm $\frac{Fc}{gc}$ per Lem. III,) probandum restat, quòd sit $\frac{Fe}{ge}$. $\frac{Fc}{gc}$



(1) Pag. 118. hujus. (2) Pag. 119. hujus. (3) Pag. 122. hujus. (4) Pag. 120. hujus.

Pars I. Sectio III.

major quàm $\frac{Fe}{fe} \cdot \frac{Fc}{fc}$. Scilicet est, $ge \cdot fe$ minor quàm $gc \cdot fc$, per Lem. III; &, sumendo reciproca rationum, erit $\frac{1}{ge} \cdot \frac{1}{fe}$ major quàm $\frac{1}{gc} \cdot \frac{1}{fc}$; ducendòque priorem rationem in F$e$, & posteriorem in F$c$, orietur $\frac{Fe}{ge} \cdot \frac{Fe}{fe}$ major quàm $\frac{Fc}{gc} \cdot \frac{Fc}{fc}$, & vicissim $\frac{Fe}{ge} \cdot \frac{Fc}{gc}$ major quàm $\frac{Fe}{fe} \cdot \frac{Fc}{fc}$. Q. E. D.

## SCHOLIUM.

Demonstratio perinde se habet in literis majusculis, (quibus Refractiones designavi, cùm posterius medium sit anteriori rarius,) si modò, vice majoritatis ubique subintelligatur minoritas, & majoritas vice minoritatis. Notabis insuper, quòd in hâc Demonstratione posui, densitatem posterioris tantùm medii variatam esse; sed eòdem recidit, si anteriora media successivè varia adhiberi, posteriori non mutato, sive, (quod tantundem est,) si Refractiones è posteriori medio in anterius vicissim peragi concipias. Siquidem, Radiis in superficiem alterutrinque incidentibus, consimiles sunt sinuum rationes. Ceterùm, de exactâ horum sinuum pro quibuslibet propositis mediis ratione investigandâ disserui antè, & Propositionem haud attigissem, si non exegisset Prop. xv. mox tradenda.

## LEMMA IV.

TAB. IX. *Centro* A., *distantia quàvis* AD, in Fig. 38., *describatur circulus* DG$g$; *deinde centro quolibet* C, *distantiâ* AC, *describatur alius circulus secans rectam* AD *in* B, *&* *circulum priùs descriptum in* G. *Tum arcus* BG *bisecetur in* F, *&* FK *demittatur ad* BD *perpendicularis. His ita constitutis, dico, quòd* FK *sic perpendiculariter demissa dictam* BD *bisecabit.*

Junctis

Junctis enim AF, AG, BF, FG, & FD. In triangulis AFG, & AFD, anguli ad A sunt æquales, propter æquales arcus BF, FG, quibus subtenduntur; item latera, circa istos angulos, AD, & AG sunt æqualia, quippe radii ejusdem circuli; & aliud latus AF habent commune; quare etiam tertia latera FG & FD sunt æqualia. Sed, est BF æqualis FG, propter æqualitatem arcuum, quos subtendunt; adeòque FB = FD, & triangulum FKB = triangulo FKD, & inde BK = KD. De Planorum Refractionibus.

## COROLL. I.

Hinc recta KF, quæ bisecat BD insistens ei normaliter, bisecabit etiam arcus BG circulorum omnium per data duo puncta A & B transeuntium, & alicubi in G secantium datum circulum DG centro A intervallo AD descriptum. Imò, & bisecabit arcus BG*g* in altero intersectionis puncto *f*.

## COROLL. II.

Idem eveniet, cùm A & B coincidunt; hoc est, cùm circuli AFG tangunt rectam AD in puncto AB. Potest etiam B sumi ad alteras partes ipsius A. In transcursu etiam notetur, quòd anguli BFK, BGD, quos circulus ABF cum rectâ FK & arcu GD efficit, sint æquales.

## LEMMA V.

*Lineis quatuor* A*b*, AB, A*c*, AG (Fig. 39.) *circulo alicui ab eodem circumferentiæ puncto ita inscriptis, ut sit* A*b*. AB:: A*c*. AG, *quarum omnium* A*b sit minima*; *Dico angulum* BAG *majorem esse angulo* *b*A*c*. TAB. IX.

Describatur enim alius circulus AB*g*, secans priorem in punctis A & B, cujus diameter sit ad ejus ABG diametrum sicut AB ad A*b*, centris utrisque ad easdem partes ipsius AB jacentibus. Dein, centro A, distantiâ AG, describe tertium circulum GH secundo occurrentem in *g*; & istud *g*, ex constructio-

 ne

Pars I. Sectio III. ne, jacebit alicubi inter G & H; atque adeò, si $Ag$ ducatur, erit angulus BAG major angulo $BAg$. Est autem angulus $BAg$ = angulo $bAc$, propterea quòd AB & $Ag$ similiter inscriptæ sunt circulo $ABg$, ac $Ab$ & $Ac$ ipsi $Abc$, habentes nempe easdem rationes & inter se, ($Ab$. $Ac$ : : AB. AG, vel $Ag$.,) & ad diametros circulorum, quibus inscribuntur. Cùm ergo sit BAG major quàm $BAg = bAc$, erit BAG major quàm $bAc$. Q. E. D.

## COROLL. I.

TAB. VI. Hinc in eodem quovis Radiorum genere, quò major est Refractio, eò major erit angulus refractus. In *Fig.* 27., ubi est FR. RD : : $Fr$. $rd$, erit angulus $Frd$ major ang. FRD.

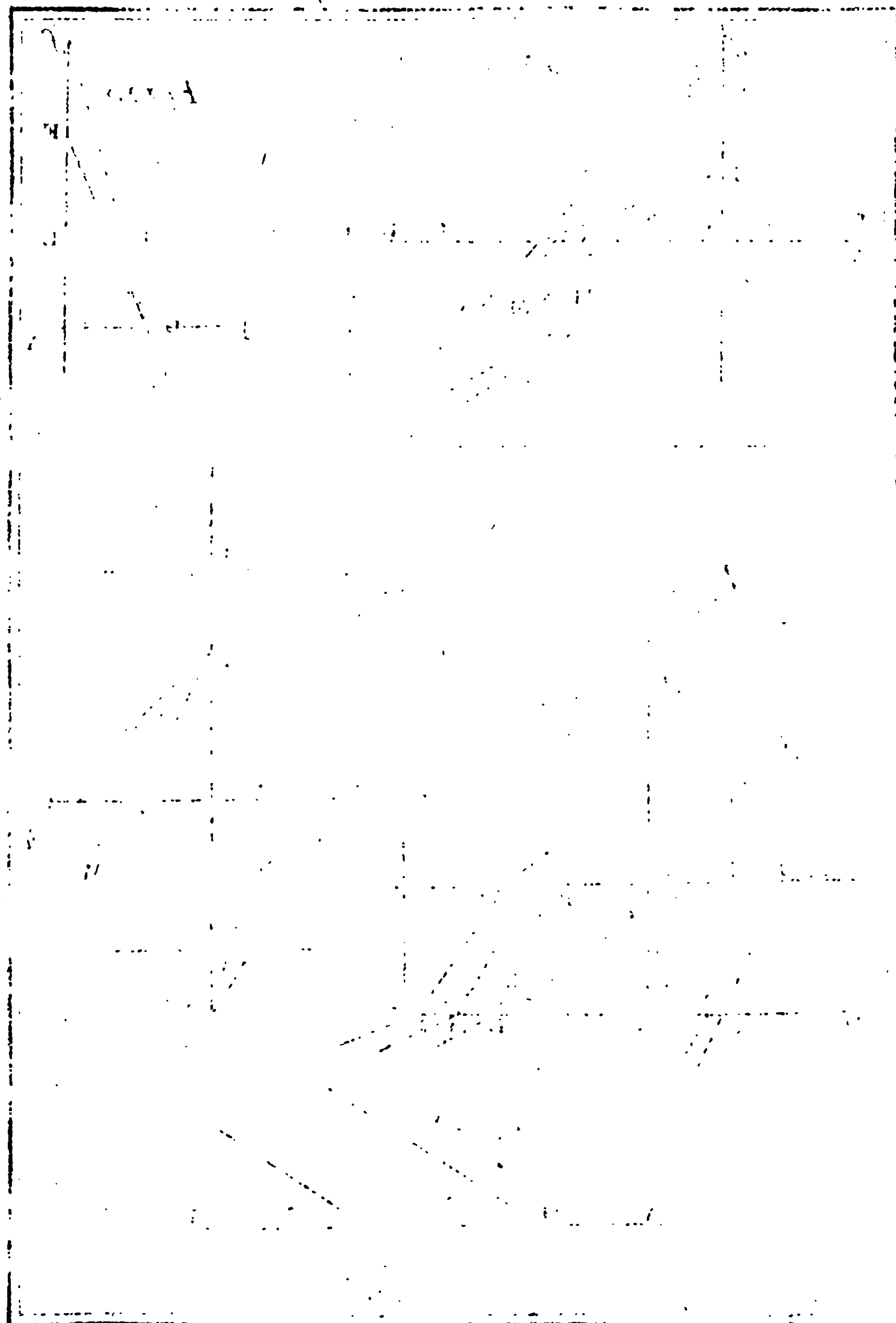
## COROLL. II.

Hinc etiam, si sit AG. AB in majore ratione, quàm $Ac$. $Ab$, multò magis erit angulus BAG major $bAc$. Hoc est in genere, quò majores sunt subtensæ, & simul, quò major est inæqualitas rationis earum, eò major erit differentia angulorum, quos subtendunt. Atque idem de sinubus & eorum angulis, utpote subtensarum & eorum angulorum dimidiis, intellige.

## LEMMA VI.

TAB IX. Fig. 39. *Insuper si arcus $cd$ ipsi $bc$ capiatur æqualis, &* AD *inscribatur circulo* ABD, *quæ sit ad* $Ad$ *sicut* AG *ad* $Ac$, *ceteris stantibus; dico, quòd arcus* DG *erit arcu* GB *major.*

Nam, centro A, radio AD, describe circulum DKE, circulo $ABg$ occurrentem in K, & rectæ AB in E; & AK ducatur. Jam, cùm AK, $Ag$, & AB circulo $ABgK$ similiter inscribantur, atque $Ad$, $Ac$, & $Ab$ ipsi $Abc$, erit arcus $gK$ = arcui $Bg$; quare, demissâ $gL$ ad BE perpendiculari, & productâ donec secet arcum BD in F, ista $gL$, per Lem. IV. biseca-



secabit tum rectam BE, tum arcum DB. At, quoniam $g$F, ex constructione, jacet extra circulum $g$G, punctum F cadet inter G & D. Quare DG major DF, sive major FB, & multò magis major GB. Q. E. D. De Planorum Refractionibus.

## COROLL. I.

Hinc, si arcus $bd$, non tantùm duabus, sed quotcunque partibus æqualibus constet, correspondentes partes arcûs $b$D, à termino $b$ ad terminum D, sese gradatim superabunt longitudine. Adeòque, si arcus $bc$ ad arcum $cd$ habeat quamcunque rationem commensurabilem, erit arcus GD. ad arc. BG in majore ratione, quàm arc. $cd$ ad arc. $bc$; siquidem, numeris æqualium partium mensurantium arcus $bc$ & $cd$ correspondent consimiles numeri partium inæqualium constituentium arcus BG ac GD, quarum illæ in GD sunt omnes parte maximâ ipsius BG majores. Quinetiam, si $bc$ ad $cd$ habeat quamcunque rationem incommensurabilem, erit itidem GD BG in majore ratione, quàm $cd$. $bc$. Nam, rationum similitudines, quæ quantitatibus commensurabilibus conveniunt indefinitè, eo nomine conveniunt etiam incommensurabilibus similiter affectis, quemadmodum ex Euclideâ definitione similium rationum ostendi potest. Sed faciliùs deprehenditur imaginando quantitates, quas vocant incommensurabiles, posse numerari per partes indefinitè parvas, & sic ad naturam commensurabilium, præsertim quoad rationum habitudines, quodammodo reduci.

Concipias itaque arcum $bc$ in æquales & indefinitè multas partes dividi, & ejusmodi tot sumi, quæ minùs quàm unâ parte, (hoc est, indefinitè parum,) differunt ab arcu $cd$, atque adeò ipsi, pro more consueto, censeantur æquales; concipe etiam BD in partes æquales, ut antè definivi, correspondentes partibus ipsius $bd$ dividi, & propter tot inæquales partes, majores quidem in GD & minores in BG, quot sunt æquales in $cd$ & $bc$; erit GD. BG in majore ratione quàm $cd$. $bc$.

Pars I.
Sectio III.

## COROLL. II.

Hinc præterea, componendo, sequitur, esse BD. BG in majore ratione quàm *bd. bc*, nec non GD. BD majorem habere rationem, quàm *cd. bd.*

## COROLL. III.

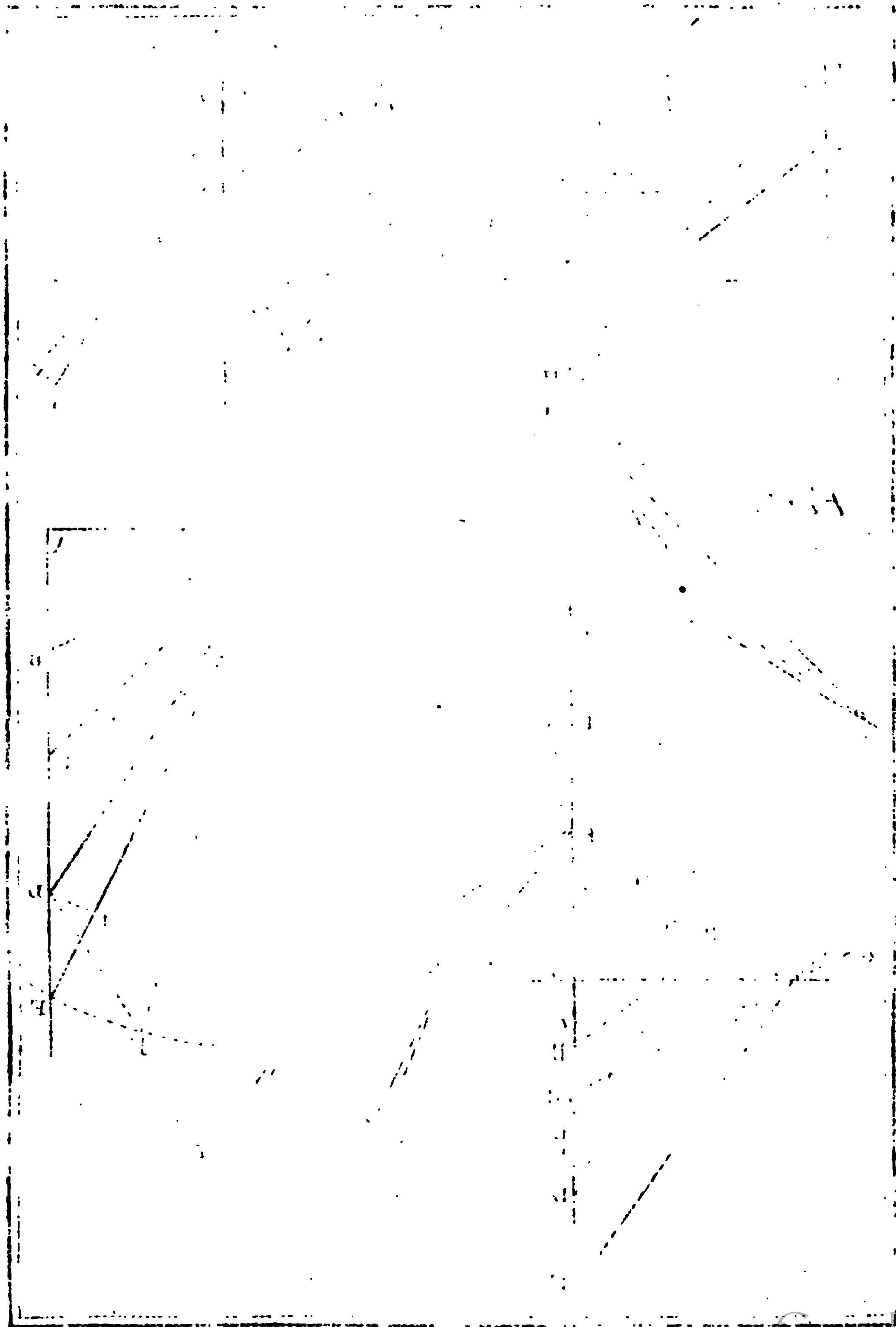
Consectatur denique, quòd, ductis utcunque partibus subtensis A*b*, A*c*, A*d*, A*e*, in *Fig.* 40, & aliis quatuor AB, AG, AD, AE, quarum singulæ ad priorum singulas eandem rationem observant, (nempe, AB. A*b* : : AG. A*c* : : AD. A*d* : : AE. A*e*, ) si AE sit omnium maxima, & A*b* minima, erit arcus ED ad arc. GB in majore ratione quàm arc. *ed* ad arc. *cb*. Nam, per Corol. I. hujus, est ED. DG in majore ratione quàm *ed. dc*, & DG. GB in majore ratione quàm *dc. cb*, & multò magis ED. GB in majore ratione quàm *ed. cb*. Haud secus patet esse arcum EG ad arc. DB in majore ratione quàm arc. *ec* ad arc. *db*, scilicet, ex Corol. II. hujus, est EG. DG in majore ratione quàm *ec. dc*, ac DG. DB in majore ratione quàm *dc. db*, & multò magis EG. DB in majore ratione quàm *ec. db*. Denique, quæ de subtensis & earum arcubus dicta sunt, possunt etiam de sinubus & eorum arcubus, aut angulis intelligi.

TAB. IX.

## PROP. XIV.

*Heterogeneis Radiis è densiori medio in rarius secundùm eandem datam lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò rarius sit medium, in quod Radii refringuntur, eò major erit differentia Refractionis.*

TAB. IX. Sit in *Fig.* 41. FL linea, secundùm quam duo Radii incidunt in superficiem AL, quorum maximè refrangibilis refringatur ad P, & minimè refrangibilis ad T. Dico, quòd, si medium



dium rarius foret adhuc magis rarum, ut refringeret maximè refrangibilem Radium ad $p$, & minimè refrangibilem ad $t$, tunc angulus $pLt$ foret major angulo PLT. Demittatur enim FA ad refringentem superficiem normalis, quæ secet refractos Radios retrorsum ductos in G, C, D, & E. Deinde, in refringente superficie quæratur tale punctum N, ut sit FN. DN : : FL. EL; ac DN productus erit refractus Radii minimè refrangibilis incidentis ab F ad N, (§. XLVII. (1)). Jam, cùm talis supponatur positio FL & FN, ut Radii maximè refrangibilis secundùm FL, & minimè refrangibilis secundùm FN incidentis, refracti DL ac DN divergant à puncto D, quod situm est in perpendiculo FA, eâ de causâ, licèt raritas medii, in quod Refractio peragitur, foret alia quàm supponitur, tamen ejusmodi Radiorum secundùm easdem lineas FN & FL incidentium refracti semper divergerent ab aliquo puncto, quod in eâdem FA sit positum, quemadmodum in præcedentibus ostensum est; (§. XLIX. (2);) sic, cùm raritas dicti medii talis esse supponitur, ut maximè refrangibilis Radius secundùm FL incidens, refringatur à puncto quopiam G; tunc minimè refrangibilis secundùm FN incidens refringetur ab eodem G. Sed, cùm maximè refrangibilis Radius supponebatur à puncto G refringi, tunc etiam minimè refrangibilis secundùm eandem lineam FL incidens supponebatur refringi à puncto C. Quare, est GN. FN : : CL. FL, (§. XXV. (3), & XLVII.;) & præterea, cùm antea posuerim esse FN. DN : : FL. EL, ex æquo erit GN. DN : : CL. EL. Sed, per Lemma III. (4), est GN. DN in ratione majore quàm GL. DL, adeòque CL. EL in ratione majore quàm GL. DL. Quare, si linea quædam BL ita ducatur, ut sit CL. EL : : BL. DL, erit BL major GL, propter majorem rationem quam habet ad DL; & insuper erit CL major BL, eò quòd sit EL major DL; & proinde punctum B cadet inter G & C, eritque angulus GLC major ang. BLC; cùm verò sit CL. EL : : BL. DL, aut vicissim, BL. CL : : DL. EL, erit angulus BLC major angulo DLE (Lem. I. (5)) & multò magis ang. GLC major DLE. Q. E. D

De Planorum Refractionibus.

PROP.

(1) Pag. 120. hujus. (2) Pag. 122. hujus. (3) Pag. 98. hujus. (4) Pag. 136. hujus. (5) Pag. 130. hujus.

## PROP. XV.

*Heterogeneis Radiis è medio densiori in rarius secundùm eandem datam lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò densius est medium, è quo Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionis.*

Scilicet (propter majores Refractiones) eò majores erunt sinus Refractionum, respectu dati circuli, ad quem referuntur; & simul eò major erit inæqualitas rationis istorum sinuum, per Prop. XIII., adeòque eò major erit differentia angulorum, quos subtendunt, per Corol. II. ad Lem. V; hoc est, eò major differentia Refractionis. Q. E. D.

## PROP. XVI.

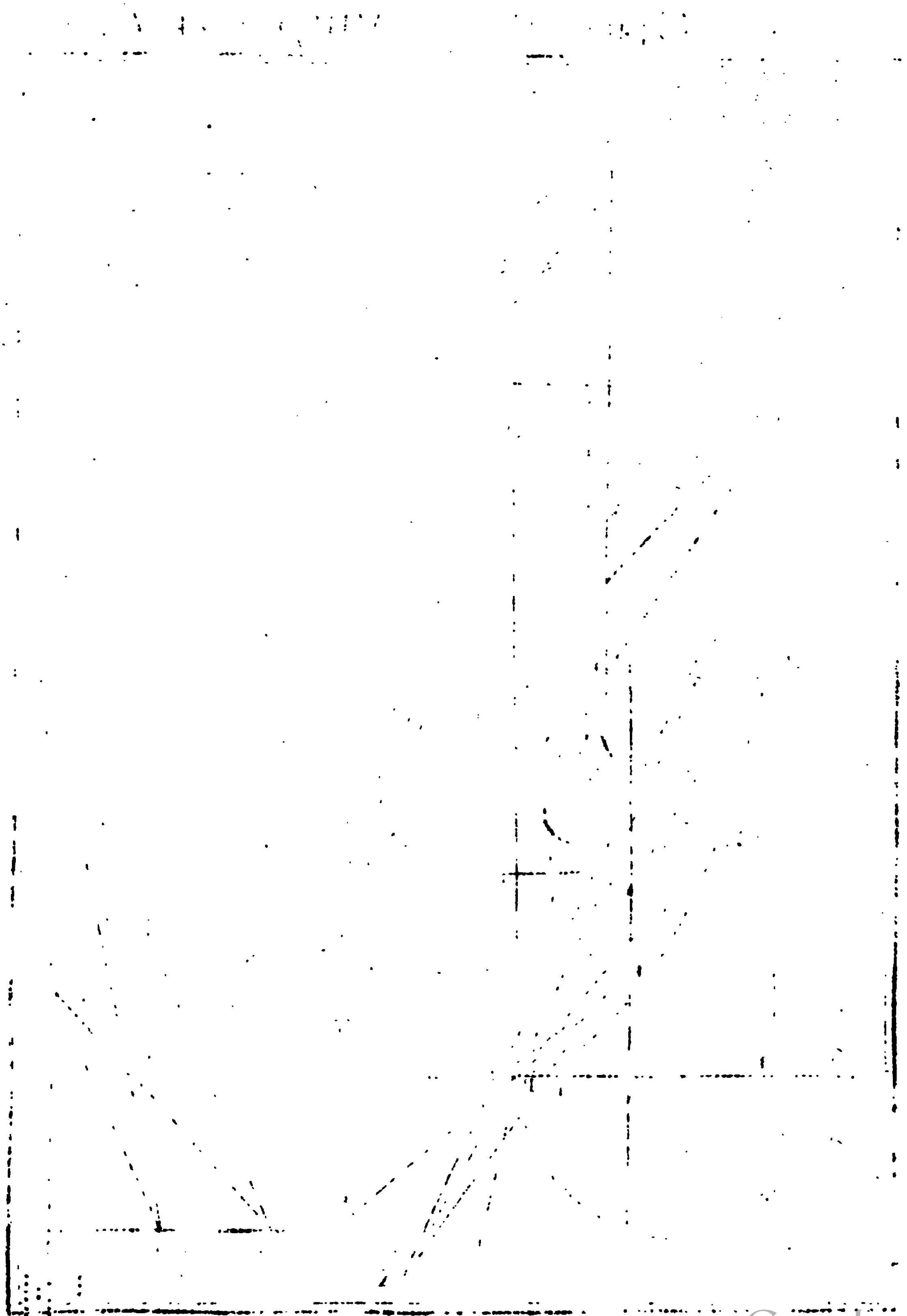
*Heterogeneis Radiis è medio rariori in densius secundùm eandem datam lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò rarius est medium, è quo Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionis.*

Sit AD (*Fig.* 42.) superficies, in quam duo Radii secun-
TAB. IX. dùm eandem lineam datam IX incidunt, quorum alter maximè refrangibilis refrangatur ad P, & alter minimè refrangibilis ad T. Dico, quòd, si medium, ex quo Radii incidunt, foret adhuc rarius, ut dictos Radios adhuc magis refringeret, puta, maximè refrangibilem versùs *p*, & minimè refrangibilem versùs *t*, tum *p*X*t* major angulus evaderet, quàm PXT. Id, quod gradatim sic demonstro.

## CASUS I.

Ponamus primò, quòd recta IX, secundùm quam Radii incidunt, sit ad refringentem superficiem obliquissima, ac ducatur quælibet recta PD eidem superficiei normaliter insistens in D, & secans refractos Radios in punctis T, P, *t*, *p*; & IX producatur

tur



tur donec istam PD secet in $f$; tum in lineâ AD quæratur punctum quoddam B hâc lege, ut ductis B$f$, BP, fiat X$f$. XT : : B$f$. BP. Liquet ergo, quòd, si minimè refrangibilis Radius incidat in B versùs $f$ tendens, is debet versùs P refringi; quippe, cùm, ex hypothesi, sit BP. B$f$ : : XT. X$f$; hoc est, sinus Incidentiæ ejus & Refractionis, sicut sinus Incidentiæ & Refractionis alterius minimè refrangibilis Radii IXT. Quamobrem, si supponamus hosce Radios retrocedere, alterum nempe è minimè refrangibilibus à T ad X, & alterum à P ad B, & maximè refrangibilem à P ad X, eorum omnium refracti tendunt à puncto $f$; siquidem notum est Theorema, quòd Radii secundùm refractum ejus retro incidentis, incidens vicissim fit refractus. Jam, cùm Radii difformes PB, PX, ab eodem puncto P manantes, refringantur ab eodem $f$, quod situm est in perpendiculo PD, proportione inter PX & PB semel cognitâ, si ab alio quovis ejusdem perpendiculi puncto ad refringentem superficiem duæ ducantur lineæ eandem rationem habentes; hoc est, una, designans maximè refrangibilem Radium, sit ad alteram, quæ designat minimè refrangibilem Radium, ut PX ad PB: tunc istorum refracti, (ex antè demonstratis §. XLV. (1), ) divergent ab aliquo etiam puncto, quod situm est in eodem perpendiculo PD, utcunque medium ex parte Radii IX supponatur rarum, dummodo mediorum alterum ex parte Radii PX eandem densitatem retineat. Quemadmodum, si maximè refrangibilis Radius incidat secundùm $p$X & refringatur à $f$, medio scilicet versùs IX jam posito rariori quàm antè, tum, rectâ $pb$ sic ductâ, ut sit PX. BP : : $p$X. $pb$, Radius etiam minimè refrangibilis $pb$ refringeretur ab eodem $f$. Unde sequitur esse $pb$ ad $fb$ sicut sinus Incidentiæ Radiorum minimè refrangibilium ad sinum Refractionis, (§. XLVII (2)) Ast in ratione istorum sinuum est etiam $t$X ad $f$X, eò quòd inflexa IX$t$ designet Radium æqualiter refrangibilem, cujus pars IX producta transit per idem $f$. Quare est $pb$. $fb$ : : $t$X. $f$X. Cùm verò Radius IX supponatur esse ad refringentem superficiem summè obliquus, sive in angulo infinitè parvo inclinatus, adeò

De Planorum Refractionibus.



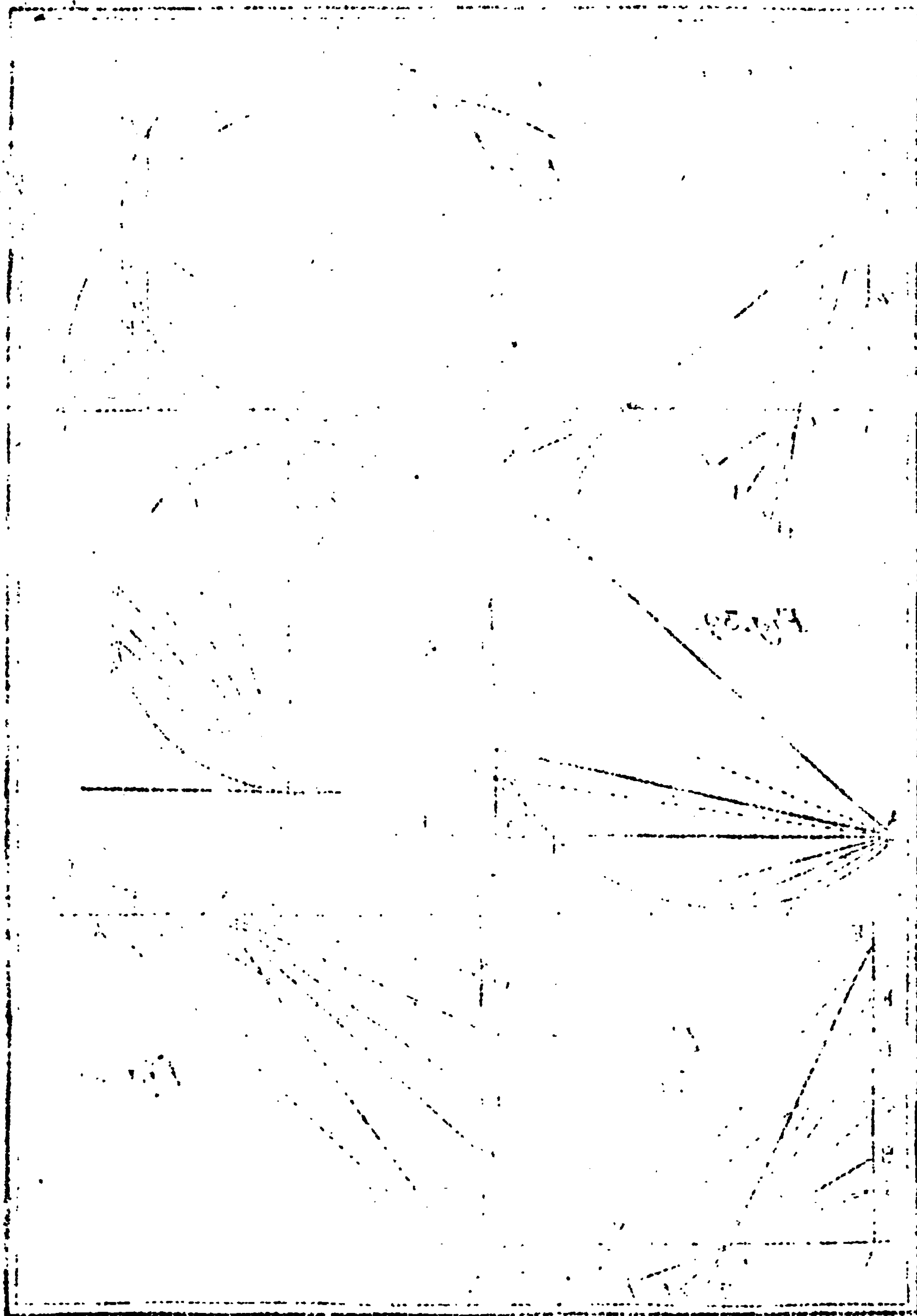
(1) Pag. 119. hujus. (2) Pag. 120. hujus.

Pars I. Sectio III. adeò ut recta $Df$ pro infinitè parvâ, seu nullâ haberi debeat, sequitur esse $DX = Xf$, $DB = Bf$, ac $Db = bf$: quos valores pro $Xf$, $Bf$ & $bf$ substituendo in supra recensitas proportiones BP. $Bf$ : : TX. $Xf$, & $pb$. $fb$ : : $t$X. $f$X, emergent BP. BD : : XT. XD, & $pb$. D$b$ : : $t$X. DX. Ex quibus pateat rectas BP ad XT, & $bp$ ad X$t$ parallelas esse angulòsque BPX ad PXT, & $bp$ X ad $p$X$t$ æquales. Sed, ex hypothesi, est PX. BP : : $p$X. $pb$, & proinde ang. $bp$X major ang. BPX, per Corol. I, Lem. V. †; hoc est, ang. $p$X$t$ superat ang. PXT. Q. E. D.

## CASUS II.

Incidentibus verò Radiis angulum definitè magnum cum refringente superficie constituentibus, propositum sic patebit. Sit TAB. X. HX (*Fig.* 43.) recta, secundùm quam incidunt; &, cùm è medio minùs raro adveniunt, sit XM minimè refractus, & XN maximè refractus. Cùm verò adveniunt è magis raro, sit X$m$ minimè refractus, & X$n$ maximè refractus. Adhibeantur etiam obliquissimi incidentes Radii IX cum eorum refractis XT, XP, X$t$, & X$p$, quales jam descripsimus. Ita scilicet, ut, cùm tanta sit anterioris medii raritas, ut Radios HX incurvari versùs M, & N faciat, tunc etiam consimiles Radios IX incurvet versùs T, & P. Cùm verò tantò major sit ejus raritas, ut illos cogat versùs $m$, & $n$, tunc hosce simul cogat versùs $t$, & $p$. Sit insuper APD circulus centro X & intervallo quolibet AX descriptus, qui secet hosce refractos Radios in T, P, M, N, $t$, $p$, $m$, $n$, à quibus ad perpendiculum BX demittantur sinus Refractionum TB, PC, MF, NG, $tb$, $pc$, $mf$, $ng$; & ex lege Refractionum patebit esse TB. PC : : MF. NG; & $tb$. $pc$ : : $mf$. $ng$; & insuper, ex hypothesi & constructione, patebit esse TB sinuum istorum maximum, & $ng$ minimum. Adeòque, per Corol. III. Lem. VI. ††, est ang. TXP ad ang. MXN majore in ratione quàm ang. $t$X $p$ ad ang. $m$X$n$; &, permutando, est ang. TXP ad ang. $t$X$p$ in ratione majore quàm ang. MXN ad ang. $m$X$n$. Verùm, ex ostensis in primo casu, est ang.

† Pag. 140. hujus. †† Pag. 142. hujus.



ang. TXP minor ang. *t*X*p*. Quare & multò magis erit ang. MXN minor ang. *m*X*n*. Q. E. D.

De Planorum Refractionibus.

## PROP. XVII.

*Heterogeneis Radiis è medio rariori in densius secundùm eandem lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò densius sit medium, in quod Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionum ad certum usque terminum, & post, eò minor perpetuò.*

Nam, si medium posterius densitate suâ valde parum superat anterius, ita ut Refractiones indefinitè parvas efficiat, differentia Refractionum erit etiam indefinitè parva; & proinde minor quàm foret, si medium posterius supponeretur densius, ut Refractiones evaderent majores. Quare, auctâ medii posterioris densitate, augebitur dicta Refractionum differentia; quòd si densitas ejus in infinitum augeatur, Refractiones etiam, quantùm poterunt, augebuntur; hoc est, usque dum omnes refracti Radii perpendiculariter emergant, angulis Refractionum & eorum differentiis tunc prorsus evanescentibus. Quare differentia Refractionum rursus diminuta est, donec in nihilum evanuit.

## SCHOLIUM.

Etsi limitis ejus determinatio, ubi differentia Refractionis evadit maxima, plus tædii & laboris administrare possit, quàm utilitatis; cùm tamen alicujus fortè momenti censeatur densitatem medii cognoscere, quod Radiis in se refractis Colores maximè conspicuos efficiat, non pigebit hunc insuper designare, idque primò cùm Incidentia sit obliquissima.

## CASUS I.

Esto IX (*Fig.* 44.) communis Radiorum in superficiem AX, quæcunque media dirimentem, obliquissimè incidentium via; & eorum refracti, ut antè, sunto X*p*, & X*t*; & agatur recta quæ- TAB. X.

*Pars* I. Sectio III. vis $pt$ præfatæ ſuperficiei parallela, quæ Radiis iſtis occurrat in $p$ & $t$, à quibus ad AX demiſſis perpendicularibus $p$C, $t$E, biſecetur CE in D, & centro D, diſtantiâ DX circulus deſcribatur, ſecans C$p$ in P, & E$t$ in T, junganturque XP & XT. Dico, quòd, cùm ea ſit poſterioris medii denſitas, ut Radiorum ſecundùm IX incidentium maximè refrangibiles ad P, & minimè refrangibiles ad T refringat, tunc angulus PXT quàm maximus evadet. Etenim, utcunque medium poſterius ponatur denſum, refracti Radii ita lineas CP & CT in punctis $p$ ac $t$ ſecabunt, ut recta $pt$ ipſi AX parallela ſit. Quare, ſi ducatur linea D$r$, quæ lineas omnes $pt$ biſecet, centrum cujuſcunque circuli per $p$ ac $t$ tranſeuntis, ſemper jacebit in eâdem D$r$. At angulus $p$X$t$ eſt angulus in ſegmento circuli per puncta $p$, $t$, & X tranſeuntis, qui ideo erit maximus, cùm ejuſmodi circulus exiſtit minimus; propterea quod ratio ſubtenſæ $pt$ ad circuli dimenſiones tunc evadit maxima. Verùm iſte circulus fit omnium minimus, cùm centrum ejus cadit in D; ſiquidem pro ſemidiametro tunc habet XD minimam refractarum, quæ ab X ad RD duci poſſunt. Eſt ergo angulus $p$X$t$ tunc maximus, cùm centrum circuli tranſeuntis per puncta $p$, $t$, & X cadit in D; adeòque, cùm circulus XPT & angulus PXT ejuſmodi ſunt, liquet propoſitum.

Hinc obiter pateat hunc angulum PXT tunc etiam maximum evadere, cùm talis eſt poſterioris medii denſitas, ut angulus Refractionis mediocriter refrangibilium Radiorum obliquiſſimè ſecundùm IX incidentium, ſit ſemirectus; & eò minorem perpetim fieri, quò iſte Refractionis angulus à ſemirecto (exceſſu, vel defectu) magis deviat. Quemadmodum, ſi Refractiones ex aere in aquam, in vitrum & in cryſtallum peractæ conferantur, è calculo patebit, quòd, cùm angulus Incidentiæ ſit 90 gr. proximè, tunc angulus Refractionis in aquam erit major ſemirecto, ínque vitrum erit minor. Quamobrem aqua minùs denſa eſt, & vitrum magis denſum, quàm ut efficiant angulum PXT maximum. Et proinde, cùm cryſtallum ſit adhuc denſius, efficiet iſtum PXT minorem, quàm vitrum efficeret. Et ſic vitrum, etſi minùs refringat,

gat, in iſthoc tamen caſu heterogeneos Radios in ſe refractos magis ab invicem diſſipabit, quàm cryſtallum; eòque pacto Colores in oppoſitam ejus ſuperficiem projicit magis diſtinctos. Sed hæc expertu ſunt difficillima, quòd vitrum & cryſtallum denſitate parum differant, nec poſſint haberi ſatis craſſa; & ſi poſſent, tunc, propter maximam craſſitiem, haud forent ſatis perſpicua.

De Planorum Refractionibus.

## CASUS II.

Quòd ſi linea, ſecundùm quam incidunt Radii, non ſit maximè obliqua, Problema emergit ſolidum. Sed lubet modum oſtendere, quo, conditionibus ejus nonnihil mutatis, ad planum reduci poterit. Sciendum eſt itaque, quòd, cùm inter extremos, ſeu maximè difformes Radios, innumeri ſint intermedii, qui gradibus continuè ſucceſſivis & infinitè parvis, alii magis aliis refringuntur, differentia Radiorum extremorum conflata erit ex conſimilibus intermediorum differentiis, numero & parvitate infinitis. Jam, cognitis proprietatibus iſtarum infinitè parvarum differentiarum, poſſumus exinde de omnibus ſimul aggregatis, ſive de differentiis finitè parvis, quales intercedunt extremorum Refractionibus, judicium ferre, præſertim cùm iſtæ differentiæ ſint admodum exiguæ. Sic, cognito quòd infinitè parvæ differentiæ augentur, diminuuntur, vel ſimul maximæ evadunt aut minimæ, concludendum erit, quòd omnium ſumma perinde augetur, diminuitur, vel maxima fit, aut minima. Quòd ſi non ſint omnes ſimul maximæ vel minimæ, tamen ſumma pro maximâ vel minimâ haberi poteſt, cùm id accidit intermédiæ parti. Sic, omnium Colorum latitudo tunc maxima cenſeri poſſit, cùm id accidit Viriditati. Jam, licèt Problema propoſitum, cùm de differentiis finitè parvis agitur, exiſtat ſolidum, ſi tamen inſtituatur de differentiis infinitè parvis ad planum reduci poteſt. Verùm huic ſolvendo nolo obnixè incumbere, ſed breviter tantùm oſtendam, quo pacto calculus in hoc & ejuſmodi aliis ſit ineundus, ut ad æquationem perveniatur, ex quâ maximus angulorum infinitè parvorum poſſit elici. Et inſuper ex eodem fundamento determinabo proportiones differen-

Pars I. Sectio III. tiarum Refractionis respectu diversorum mediorum, quas in præcedentibus quatuor Propositionibus generaliter tantùm descripsi.

Primò itaque investiganda est regula, vel æquatio, quâ, ex uno utcunque refracto Radio dato, refractus alter cum eo constituens angulum infinitè parvum cognosci poterit. Radiis è medio datâ densitate in medium cujuslibet densitatis secundùm obliquissimam lineam IX (*Fig.* 45.) ut priùs, incidentibus, sint XR & X*r* refracti duo, quorum alter XR sit altero X*r* paulò magis refrangibilis, differentiâ tamen infinitè parvâ; & agatur lineola quævis R*r*, his in R & *r* occurrens, & refringenti superficiei parallela. Ad quam superficiem normales etiam RD, *rd* demittantur, quas datam finitàmque distantiam ab X, ab invicem verò infinitè parvam habere fingito. Sed lineolam R*r* cum Radiis per R, & *r* transeuntibus, plùs aut minùs ab XD vergere (quemadmodum in præcedentibus) concipito, pro variâ posterioris medii assumendâ densitate. Jam, si recta DR secet Radios X*r* in M, & IX in K; cùm infinitè parvum triangulum RM*r* sit simile triangulo DMX, à quo triangulum KRX non nisi infinitè parvis differentiis RXM & DXK discrepat, quæ dissimilitudinem non inferunt; triangula etiam RM*r* & KRX pro similibus haberi debent. Et proinde, demissis perpendicularibus KL & RN, erit KX. LR :: R*r*. MN. Adeòque, cùm sit $LR = \frac{XRq - XKq}{XR}$, (nam est XR. KR ($= \sqrt{XRq - XKq}$) :: KR. RL,) erit etiam $MN = \frac{XRq - XKq}{XR \times XK}$ in R*r*; quæ differentia est inter XN, sive XR, & XM. Et inde erit XM $= XR - \frac{XRq + XKq}{XR \times XK}$ in R*r*. Inventa est itaque relatio inter XK, XM, & XR, cùm angulus IXA sit infinitè parvus. Quinetiam, utcunque IX obliqua ponatur, illæ XK, XM, & XR eandem relationem observabunt, siquidem reciprocè sunt ut sinus Incidentiæ & Refractionis, & proinde inventa est etiam inter eas relatio pro quâvis obliquitate incidentis IX. Atque ita cognitis, aut utcunque ad arbitrium assumptis, XK, & XR, inde XM simul cognoscitur. Quod primò determinandum proposui.

Quam-

Quamobrem sit IX linea datum quemvis angulum AXI cum refringente superficie constituens, ceterisque stantibus, erit MN De Planorum Refractionibus.
$= \frac{\overline{XRq - XKq}}{XR \times XK}$ in R*r*. Insuper est RD $(= \sqrt{\overline{XRq - XDq}})$.
XD :: MN. NR, atque adeò est NR $= \frac{\overline{XRq - XKq} \text{ in } Rr \times XD}{XR \times XK \times \sqrt{\overline{XRq - XDq}}}$.
Quòd, si NR dividatur per XR, prodibit sinus anguli RXN respectu circuli, cujus semidiameter sit unitas. Quare, cùm angulus iste & sinus ejus sunt maximi, ad maximum angulum determinandum quærenda erit maxima quantitas $\frac{NR}{XR}$, hoc, est maximum $\frac{\overline{XRq - XKq} \text{ in } Rr \times XD}{XRq \times XK \times \sqrt{\overline{XRq - XDq}}}$ sive (factâ per datum $\frac{Rr \times XD}{XK}$ divisione) quærendum erit maximum $\frac{XRq - XKq}{XRq \times \sqrt{\overline{XRq - XDq}}}$; id, quod per methodos *de maximis* & *minimis* satis notas fieri potest; &, prodibit XRqq $= 3$ XKq $\times$ XRq $- 2$ XKq $\times$ XDq, cujus æquationis constructio est ejusmodi. A puncto quolibet incidentis Radii IX (*Fig.* 46.) demitte perpendiculum IA, & in TAB. X. eo sume AF $=$ AX; &, XI producto ad B, ut sit IB $= \frac{1}{2}$IX, super BX describe semicirculum BEX, cui inscribe XE $=$ XF; dein XB produc ad C, ut sit BC $=$ BE. Super CX describe semicirculum CGX, quem in G secet perpendiculum IG super Diametro ejus ad I erectum. Denique, centro X & intervallo GX describatur arcus GH secans AI productum in H. Ducatur HX & producatur versùs R; eritque RX ipsius IX refractus, cùm tanta sit posterioris medii densitas, ut differentia Refractionis RXM fiat omnium maxima. Quo invento, densitas posterioris medii talem Refractionem efficientis facilè dabitur. Concipe ergo Radios XR & X*r* esse mediocriter refrangibiles, diverso tamen gradu, & posterius medium sic inventum non modò inter istos, sed & inter extremos, seu maximè difformes Radios, maximam, circiter, quàm potest Refractionis differentiam efficiet.

Sin autem hujusmodi differentiarum proportiones ad variam raritatem, vel densitatem mediorum desiderentur; è jam ostensis facilè

Part I. Sectio III. TAB. X. facilè determinabuntur, dummodo ponantur infinitè parvæ. Sic, raritate vel densitate posterioris medii tantùm variatâ, ut Radii secundùm IX (*Fig.* 47.) incidentes, nunc refringantur ad M & R, nunc ad *m* & *r*; ductâque quâlibet DK ipsi DX normali, quæ secet eos in K, M, R, *m*, & *r*, erit angulus infinitè parvus MXR ad consimilem angulum *m*X*r*, sicut $\frac{XRq - XKq}{XRq \times RD}$, ad $\frac{Xrq - XKq}{Xrq \times rD}$. Quòd si raritas vel densitas prioris medii varietur, non mutato posteriori medio, Analysta facile deprehendet, quòd

TAB. X. (in *Fig.* 45.) sit $MN = \frac{XRq - XKq}{XKq}$ in R*r*; & proinde quòd (in *Fig.* 47.) sit ang. MXR ad ang. *m*X*r* : : $\frac{XRq - XKq}{XR \times RD}$. $\frac{Xrq - XKq}{Xr \times rD}$; non enim perinde est, sive raritas sive densitas anterioris medii, sive posterioris medii varietur, ut è præostensis pateat.

Propositiones præcedentes ad Luminis è longinquo manantis diffusionem spectant. In duabus sequentibus agitur de Refractione Luminis è propinquo manantis.

## PROP. XVIII.

*Heterogeneis Radiis à dato puncto ad datum punctum per superficiem positione datam refractis, quò medium densius sit magis densum, eò major erit eorum ad invicem inclinatio ex parte medii utriusque ad certum usque terminum, & post, erit eò minor.*

Scilicet, cùm densitas ejus haud major sit quàm densitas alterius medii, ut Refractio fiat infinitè parva, tum differentia Refractionis erit etiam infinitè parva; & proindè augebitur ex auctâ densitate. Quòd si densitas ejus in infinitum augeatur, tum omnium Radiorum in illud incidentium refracti perpendiculariter emergunt; (§. XLII. (1)) & è contra, soli perpendiculares possunt ingredi medium rarius è densiori (§. XLV. (2)); unde, omnes Radij à puncto ad punctum refracti tunc pergent in iisdem lineis, sive

(1) Pag. 117. hujus. (2) Pag. 119. hujus.

five coincident; & fic differentia Refractionis rurfus in nihilum evanefcet. De Planorum Refractionibus.

## PROP. XIX.

*Heterogeneis Radiis à dato puncto ad datum punctum per superficiem positione datam refractis, quò medium rarius sit magis rarum, eò major eorum erit ad invicem inclinatio ex parte medii utriusque.*

Sit AT (*Fig.* 48.) fuperficies ita refringens difformes Radios FTX, FPX, ut, manantes ab eodem puncto F, in idem rurfus conveniant ad X. Dico, (fi medium prius effet rarius, ut præfati Radii adhuc magis refringerentur, puta, FTX fecundùm F*t*X, & FPX fecundùm F*p*X,) quòd angulus *p*X*t* foret major angulo PXT, ut & angulus *p*F*t* major angulo PFT. TAB. X.

Ad abbreviandum prioris Cafûs demonftrationem, ponamus Radios effe quàm minimè difformes, ut, propter infinitè parvam differentiam Refractionis, angulos PXT & *p*X*t* conftituant infinitè parvos. (Confule Caf. II. Schol. ad Prop. XVII. (1)) Tum ducatur TK refractus Radii conformis ipfi FPX, ut infinitè parvus angulus KTX fit differentia Refractionis Radiorum fecundùm eandem FT incidentium; & pari modo ducatur *tk* refractus Radii conformis ipfi F*p*X, ut angulus infinitè parvus *kt*X exiftat differentia Refractionis Radiorum fecundùm eandem F*t* incidentium. Liquet ergo, quòd, cùm Radius F*t* fit obliquior quàm FT, atque etiam in medium denfius incidat, erit *kt*X major angulo KTX. Ad hæc, producantur KT, & *kt*, donec in punctis D, ac *d*, fecent lineam FA, quæ fit plano AT perpendicularis, & ultra producantur ad *f* & *g*, ita ut fit $\frac{FAq}{FT}$. $\frac{DAq}{DT}$ : : TF. T*f*, & $\frac{FAq}{Ft}$. $\frac{dAq}{dt}$ : : *t*F. *tg*, & erunt puncta fic inventa, *f*, & *g*, foci Radiorum FTX & F*t*X, per Prop. VIII. Caf. II. (2). Et inde X*f*. T*f* : : ang. KTX ad ang. PXT; ut & X*g*. *tg* : : ang. *kt*X ad ang. *p*X*t*, (Caf. III. Schol. Prop. XII. (3)) Iftæ quidem proportionalitates non funt omnino veræ,



(1) Pag. 149. hujus. (2) Pag. 128. hujus. (3) Pag. 133. hujus.

Part I. Sectio III. ubi anguli præfati, per differentiam Refractionis effecti, ponuntur esse definitæ alicujus magnitudinis; sed ad veritatem eò magis accedunt, quò anguli isti statuuntur minores, adeò ut in angulis infinitè parvis pro accuratè veris haberi debeant. Jam, cùm, ex hypothesi, sit $At$ major $AT$, erit etiam $Xt$ minor $XT$, ut & $tg$ major $Tf$, quemadmodum patet ex determinatione punctorum $g$, & $f$ supra positâ. Quamobrem est $tg. Tf$ in majore ratione $tX. TX$; vel, permutando, $tg. tX$ majorem habet rationem, quàm $Tf. TX$; &, componendo, $tg. Xg$ habet majorem rationem, quàm $Tf. Xf$; hoc est, substituendo rationes hisce æquales, ang. $pXt$ ad ang. $ktX$ majorem rationem habet, quàm ang. $PXT$ ad ang. $KTX$; &, permutando, $pXt. PXT$ est in majore ratione, quàm $ktX. KTX$, ut dictum fuit; & ideò multò magis est ang. $pXt$ major ang. $PXT$. Q. E. D.

Et hinc verò de posteriori casu, quòd semper sit $pFt$ major angulo $PFT$, fiat conjectura; siquidem demonstrationem longè difficiliorem postularet, & his tamen multa impendisse verba jamdudum pertæsum est. Hæc itaque de Refractionibus solitariæ superficiei sufficiant.

### *De Radiorum bis refractorum affectionibus.*

Quòd si gemina sit Refractio, proinde ut in Prismatibus contingit, quorum phænomena præsertim explicare statui, Radiorum sic refractorum passiones è præcedentibus ita manifestæ sunt, ut circa illas parum negotii interesse videatur. De parallelis quidem superficiebus nihil aliud occurrit observandum, quàm quòd posterior tantùm recurvat Radios, quantùm prior incurvat. De inclinatis verò sequentia notentur.

### PROP. XX.

*Homogenei Radii ad Prisma divergentes, post utramque Refractionem divergere pergent.*

Patet per Prop. VII. *

* Pag. 127. hujus.

Atque

Atque idem de parallelis, vel convergentibus Radiis intellige; quòd, nempe, post utramque Refractionem manebunt paralleli vel convergentes. De Planorum Refractionibus.

## SCHOLIUM.

Quòd si punctum, à quo quilibet infinitè propinqui post utramque Refractionem divergunt, sive locus imaginis trans Prisma conspicuæ, desideretur, inventio ejus à Schol. ad præfatam Prop. VIII. (1) manifesta est. Sed ut promptiùs fiat conjectura, juvabit adhibere Theorema hocce mechanicum. Quòd imago ad eandem illam circiter distantiam post Prisma apparebit, quam habet objectum, cujus est imago, dummodo Refractiones hinc & inde non sint admodum inæquales.

## PROP. XXI.

*Ex heterogeneis Radiis ad Prisma divergentibus, aliqui post utramque Refractionem convergent.*

Id, quod constat ex Prop. X. (2) & XII. (3) Scilicet ex illis, qui in plano ad utraque refringentia plana perpendiculari jacent, magis refrangibiles ex Incidentiâ paulò obliquiori convenient cum minùs refrangibilibus, atque idem in innumeris aliis ferè planis superficiebus continget.

## PROP. XXII.

*E Radiis itaque sic à puncto ad punctum, sive ab objecto ad Oculum refractis, alii ad verticem Prismatis gradatim aliis priores transibunt, pro eo ut sint magis ac magis refrangibiles.*

Per Prop. X. unde Colorum ordines definiuntur, de quibus post hæc.



(1) Pag. 128. hujus. (2) Pag. 130. hujus. (3) Pag. 130. hujus.

## PROP. XXIII.

*Quò major est angulus verticalis Prismatis, ceteris paribus, differentia Refractionis fiet eò major, & inde Colorum apparentia distinctior.*

Et hoc manifestum est è Prop. II. (1)

## PROP. XXIV.

*Quò densior est Prismatis materia, vel quò rarius est medium circumfluum, ceteris paribus, eò major erit Refractionis differentia, & inde Colorum apparentia manifestior.*

Scilicet posterior casus è Prop. XIV. (2), & XVI. (3) patet. TAB. XI. Priorem verò, ne per Prop. XVII. (4) in dubium revocetur, sic ostendo. Concipe magis refrangibilem Radium PD, (*Fig.* 49.) & minimè refrangibilem TD sic in Prisma ad idem quodvis punctum D incidere, ut refracti pergant in eâdem lineâ D*d*; ac, denuo in *d* refracti, divergant versùs *p* ac *t*. Quo posito, constat, per Prop. XV. (3), quòd angulus *pdt*, ex auctâ Prismatis densitate augebitur; déque angulo PDT par est ratiocinatio; si modò Radii consimiles, secundùm easdem lineas retrocedere concipiantur. Patet itaque assertio de Radiis in Prismate coincidentibus, & inde etiam de parallelis.

## LEMMA VII.

*Radiis tribus homogeneis b*I, *g*I, *d*I (*Fig.* 50.) *è medio* TAB. XI. *densiori in rarius per superficiem* IK *refractis, si differentiæ Incidentiarum b*I*g*, *g*I*d sint æquales, summa refractorum angulorum extremis Radiis effectorum, erit duplo major anguli refracti per intermedium Radium effecti; hoc est, refractis Radiis retroactis ad* B, G, *ac* D*: Dico, quòd sit angulus* BI*b* + DI*d major* 2 *ang. g*IG.

Etenim

(1) Pag. 125. hujus (2) Pag. 142. hujus. (3) Pag. 144. hujus.
(4) Pag. 147. hujus.

Etenim, descripto quovis circulo ADG tangente refringentem superficiem in I, cujus diameter sit AI, quìque dictos Radios secet in $b$, $g$, $d$, B, D, G. Quandoquidem anguli $bIg$, & $gId$ sint æquales, erunt etiam arcus $bg$ & $gd$ æquales. Sed, ductis $Ag$, $Ab$, &c., erunt $Ab$, $Ag$, $Ad$ sinus Incidentiarum, adeòque inter se ut sunt AB, AG, AD sinus Refractionum. Quare, (per Lem. VI. *, ) est arcus DG major arcu GB; & inde $2gG$ minor est $2gG+GD-GB=gD+gB=gD-gd+gb+gB=Dd+Bb$; hoc est, $2gG$ minor est $Dd+Bb$, sive angulus $BIb+$ ang. $dID$ superat 2 ang. $gIG$. Q.E.D. De Planorum Refractionibus.

## PROP. XXV.

*Homogeneis Radiis à Prismate refractis, angulus, quem incidentes & emergentes comprehendunt, tunc maximus evadit, cùm æqualis est hinc & inde Refractio.*

Sit ABC (*Fig.* 51.) Prisma, GRSN Radius utrinque æqualiter refractus ad R & S; & IPQL alius Radius refractus inæqualiter, magis quidem ad P, minùs ad Q; & producantur hi Radii donec sibi occurrant, IP & QL in T, GR verò & NS in V. Dico angulum RVS esse majorem angulo PTQ. Quod ut pateat, concipe Radios in lineis PQ & RS hinc inde pergentes utrinque egredi Prismate; & sic è medio densiori in rarius refringi. Nam, in triangulis CPQ, CRS, cùm angulus C communis sit, ceterorum angulorum summæ erunt æquales; & proinde, cùm CRS sit isosceles, duplum anguli CSR æquabitur angulis CPQ + CQP. Quamobrem Radii QP Incidentia ad P tantò major est Incidentiâ Radii RS ad S, quantò eadem Incidentia sit major Incidentiâ PQ ad Q. Trium itaque Incidentiarum differentiæ sunt æquales; adeòque, juxta Lemma præmonstratum, summa refractorum angulorum, per Incidentiam maximam & minimam effectorum, major erit duplo anguli refracti per Incidentiam mediocrem effecti. Hoc est, ang. QPT + ang. PQT superant 2 ang. RSV, sive majores sunt ang. RSV. TAB. XI.

* Pag. 140 hujus.

Pars I. Sectio III. + ang. VRS. Itaque, cùm in triangulis PTQ & RVS summa angulorum ad basin PQ sit major summâ eorum ad basin RS, erit angulus verticalis RVS major angulo verticali PTQ. Q.E.D.

## LEMMA VIII.

TAB. XI. *Si secundùm tres lineas* bI, gI, dI (Fig. 52.) *æquales angulos* bIg, gId *continentes, tres Radii minimè refrangibiles incidant ad* I *in superficiem* IK, *& è medio densiori in rarius refringantur, quorum refracti retrorsum producti sint* IB, IG, ID; *& præterea, si trium maximè refrangibilium Radiorum, secundùm easdem lineas* bI, gI, dI *incidentium, refracti retrorsum producti sint* Ib, Ig, Id, *differentia Refractionis Radiorum, quorum Incidentia est minima, unà cum differentia Refractionis eorum, quorum Incidentia est maxima, major erit quàm dupla differentia Refractioni eorum, quorum Incidentia est mediocris. Hoc est, ang.* BIb + *ang.* DId *superant* 2 *ang.* GIg.

Etenim, descripto quovis circulo ADI, tangente refringentem superficiem in I, cujus diameter sit AI, quíque præfatos Radios in punctis *b*, *g*, *d*, B, b, G, g, D, d secet; concipe subtensas ab A ad quodlibet istorum punctorum duci; & erunt A*b*, A*g*, A*d* inter se, ut sunt AB, AG, AD, atque etiam, ut sunt Ab, Ag, Ad. Unde sequitur, quòd AB, AG, AD inter se sunt, ut Ab, Ag, Ad. Et præterea, per Lem. VI. (1), quòd sit arcus GD major arcu BG, & arcus gd major arcu bg. Jam fiat arcus GM = BG, erítque GD major GM, & AD major AM. Item in peripheriâ AD sume punctum quoddam N sub hâc conditione, ut, si concipias AM, AN subtensas duci, sit AB. Ab : : AM. AN, & erunt AB, AG, AM inter se, ut sunt Ab, Ag, AN; adeòque, cùm arcus BG ac GM sint æquales, erit summa arcuum Bb + MN (per Lem. VII. (2)), major duplo arcu Gg. Sed, cùm sit AM. AN : : (AB. Ab : : ) AD. Ad; vel, conversè, AM. AD : : MN. Dd, propter AD majorem quàm AM, erit arcus Dd major arcu MN; &,

(1) Pag. 140. hujus. (2) Pag. 156. hujus.

&, utrobique addito arcu Bb, erit arc. Bb + arc. Dd major arc. Bb + arc. MN; & multò magis erit arc. Bb + arc. Dd major duplo arcu Gg, sive ang. BIb + ang. DId major 2 ang. GIg. Q.E.D.

De Planorum Refractionibus.

## PROP. XXVI.

*Heterogeneis Radiis à Prismate refractis, differentia angulorum, quos incidentes cum emergentibus constituunt, tunc minima evadit, cùm æquales sunt utrobique Refractiones.*

In Prismate ABC (*Fig.* 53) sumatur CR æqualis CS; & RS ducatur, ut & alia quævis linea PQ, quæ non sit parallela ad RS; & concipe Radios in Prismate secundùm has lineas PQ & RS hinc inde pergentes, ad puncta P, Q, R, & S egredi, & maximè refrangibiles versùs K, M, H, & O refringi, ac minimè refrangibiles versùs I, L, G, & N. Dico, quòd Refractionum inæqualiter ad P, & Q factarum differentiæ simul sumptæ IPK + LQM sint majores, quàm HRG + NSO, differentiæ Refractionum æqualiter ad R, & S factarum simul sumptæ. Nam, Incidentiarum ad P, Q, & S differentiæ sunt æquales, ut ostensum erat in Prop. præcedenti, atque adeò, per Lem. VIII*, differentia Refractionis Radiorum difformium ad P, ubi maxima est Incidentia, unà cum differentiâ consimili ad Q, ubi minima est Incidentia, excedit duplum consimilis differentiæ ad S, ubi Incidentia mediocris est. Hoc est, ang. IPK + ang. LQM major 2 ang. NSO. Sive, cùm GRH & NSO æquentur ang., IPK + ang. LQM superant ang. NSO + ang. GRH. Q.E.D.

TAB. XI.

## SCHOLIUM.

Posui quidem Radios è Prismate utrobique egredi; sin pergant ab I, & K per P, & Q ad L, & M; & â G, & H per R, & S versùs N, & O, linearum positiones, & quantitates angulorum non inde mutabuntur; & proinde demonstratio præ-

* Pag. 158. hujus.

fata

Pars I. Sectio III. fata tunc etiam valebit; & propter eandem rationem valebit etiam, cùm Radii, ad Prisma divergentes, evadunt in Prismate paralleli. Quod idem de Propositionum XXIV & XXV demonstrationibus itidem intellige. Quinetiam in aliis quibuscunque casibus, ubi divergunt ante Refractionem, & post convergunt, vel in Prisma incidunt paralleli, non adeò multùm à parallelismo intra Prisma recedunt unquam, quin ut anguli vel differentiæ angulorum, quos incidentes cum emergentibus constituunt, pro iisdem, circiter, haberi possint, ac si intus essent paralleli; adeòque dictas Propositiones ad omnes omnino casus extendi.

## PROP. XXVII.

TAB. XI. *Si denique Radiis, à dato puncto* F *ad datum punctum* X *per Prisma* ABC (Fig. 54.) *positione datum refractis, desiderentur Anguli* DFE, GXH, *quos heterogenei comprehendunt.*

Problema ex eorum numero est, quæ Veteres linearia dixêre; at sequens mechanica solutio, quantùm exigunt res practicæ, veritati appropinquat. Finge summam angulorum DFE + GXH æqualem esse angulo NMO, quem Radii duo, alteris FD & FE, quoad Refrangibilitatem consimiles, ac juxta quamvis lineam LM, rectæ angulum DFE bisecanti quamproximè parallelam incidentes, post binam Refractionem constituunt. Et è Radiis ad X refractis, aliquem GX, cum incidente Radio FD convenientem in V, produc ad *f*, ut sit *f* locus imaginis, quam objectum F Oculo in X constituto exhibet. Dein ang. OMN ac distantiis *f*X & *f*V mechanicè cognitis, dic esse *f*X. *f*V : : ang. NMO ad ang. GXH; & erit GXH, quem quæris, proximè; quemadmodum ex ostensis ad Schol. Prop. XII. (1), quodammodo manifestum est. Cùm Refractiones utrobique non sunt admodum inæquales, res expeditiùs absolvitur per Schol. ad Prop. I (2), fingendo esse VX. FV : : ang. DFE ad ang. GXH; vel, compositè, FV + VX. FV : : ang. NMO ad ang. GXH.

(1) Pag 132. hujus. (2) Pag. 125. hujus.

De Curvarum Refractionibus.

## PARS PRIOR.

## SECTIO QUARTA.

# De Refractionibus curvarum superficierum.

HÆC de Refractionibus planorum: De curvis & præsertim sphæricis superficiebus jam agendum est, quarum doctrinam, respectu homogeneorum Radiorum, sequentibus Propositionibus complecti conabimur.

### PROP. XXVIII.

*Radii in curvam superficiem incidentis refractum ducere.*

Nempe eadem est Refractio Radii à Curvâ ac est à plano contingente Curvam in puncto Refractionis. Quære ergo refractum à contingente plano per Prop. III. *

### PROP. XXIX.

*Si Radii, seu paralleli, seu ad punctum aliquod contermini, se sphæræ objiciant refringendos, refractorum axi quàmproximorum concursum sive focum determinare.* †

Sit A (*Fig.* 55.) punctum Radios ejaculans versùs sphericam superficiem BNP centro C descriptam; è vertice & centro erige ad axem AC perpendiculares BH, & CI, ipsisque occurrentem in H & I age quamlibet AI per punctum A. Tum, à puncto C versùs I, cape CR, quæ sit ad CI ut sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ, & age rectam HR occurrentem AC in Z; & erit Z concursus refractorum, quem oportuit determinare. Sit enim AN Radius axi viciniffimus incidens ad N, & occurrens CI in K. Age NZ occurrentem CI in *g*; &, ut mos est, TAB. XI.

 conci-

* Pag. 126. hujus. † Vid. BARROW. *Lect. Opt.* L. XIV. ad finem.

concipe infinitè parvum arcum BN æqualem esse BM segmento rectæ BH ad Radium AK terminato; & erit CI. BH::CK. BN, ac BH. CR::BN. Cg, &, ex æquo, CI. CR::CK. Cg, Hoc est, CK. Cg ut est sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis. Et proinde, cùm anguli CAK & CZg, ex hypothesi, sint infinitè parvi, adeòque CK ad AN, & Cg ad NZ perpendiculares, vel saltem æquipollentes perpendiculis, erit NZ refractus ipsius AN. Q. E. D.

## COROLL. I.

Posito I ad R ut est sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, erit $\frac{I}{R}$ AB. AC::BZ. CZ. Est enim $\frac{I}{R}$ AB. AB::(I. R::) CI. CR; & AB. AC::BH. CI. Et, ex æquo perturbatè, $\frac{I}{R}$ AB. AC::(BH. CR::) BZ. CZ.

## COROLL. II.

Si quando punctum A infinitè distet, seu parallelos Radios ejaculetur; tum, propter æquales BH & CI, erit I. R::BZ. CZ. Atque ita, si refracti Radii paralleli sunt, tum propter æquales BH & CR, erit I. R::AC. AB.

## COROLL. III.

Si è quatuor punctis A, B, C, & Z, tria quævis dentur, potest quartum inveniri, ut è sequentibus exemplis patebit.

## EXEMPL. I.

Dentur A, B, C, & quæratur Z. Scilicet est $\frac{I}{R}$ AB. AC ::BZ. CZ; adeòque divisim, $\frac{I}{R}$ AB — AC. AC::BC. CZ.

EXEMPL.

EXEMPL. II.

Si, datis A, B, & Z, quæratur C; cùm sit $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ, vicissim erit, $\frac{I}{R}$ AB. BZ :: AC. CZ, &, compositè, $\frac{I}{R}$ AB + BZ. BZ :: AZ. CZ.

EXEMPL. III.

Si datis A, C, & Z, quæratur B; cùm sit $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ, sive AB. $\frac{R}{I}$ AC :: BZ. CZ, vicissim erit $\frac{R}{I}$ AC. CZ :: AB BZ; &, compositè, $\frac{R}{I}$. AC + CZ. CZ :: AZ. BZ.

Possunt eadem determinari per ductum linearum; veluti si, datis A, B, & Z, quæratur C. Erige ad AZ normalem BH cujusvis longitudinis, & in eâ cape BG, quæ sit ad BH, ut I ad R; junge AH & GZ occurrentes in I, & IC normaliter demissa ad AZ incidet ad punctum quæsitum C.

*NOTA* 1. Quòd Z sit locus imaginis objecti A per Refractionem exhibitæ, cùm Spectatoris Oculus in axe ultra Z constituitur.

2. Si quando refracti Radii divergant, vel incidentes convergant, vel sint paralleli, similis erit Problematis constructio, mutatis tantùm suo modo mutandis.

3. Si è puncto A emissi Radii per plures sphæricas superficies, eundem axem AC retinentes, successivè transmittantur, ad concursum post omnes Refractiones determinandum, quære primò concursum Radiorum post primam Refractionem; deinde concursum eorundem post secundam Refractionem, juxta ac si primariò emissi fuissent è puncto præcedentis concursûs; & sic deinceps, donec ad ultimum concursum deventum sit. Atque hoc pacto locus imaginis objecti cujusvis, per Telescopium, vel Microscopium visi, determinari potest.

X 2 4. Ope

Pars I. Sectio IV. 4. Ope Corol. III. Lentes ex sphæricis superficiebus confici possunt, quæ Telescopiis modo quolibet designato constituendis inservient. Patet enim ex illo Corollario, quòd non tantùm Refractiones datarum Lentium investigari possunt, sed & Lentes delineari, quæ datas Refractiones peragent.

## LEMMA IX.

*Ad datam quamvis Curvam concursum axis & vicinissimi perpendiculi determinare.*

TAB. XII. In *Fig.* 56. sit BN*n* Curva, & ad quodvis ejus punctum *n* indeterminatè spectatum quære perpendiculum *nc*, per notas methodos ducendi perpendicula Curvarum; & simul invenies longitudinem B*c*. Tum, (demisso ad B*c* normali *nt*,) finge B*t*, vel *nt*, infinitè parvam esse, seu nullam, & emergit longitudo BC, cujus terminus est ad concursum axis cum vicinissimo perpendiculo.

## EXEMPL. I.

Sit BN*n* Parabola, cujus latus rectum *r*, & B*t* dic *x*; erit $Bc = x + \frac{1}{2}r$, ut notum est. Pone jam $x = 0$, & restabit $\frac{1}{2}r$ pro longitudine BC ad verticem.

## EXEMPL. II.

Sit BN*n* Ellipsis, cujus latus rectum *r*, & transversum *q*; eritque, (ut notum est,) $Bc = x - \frac{rx}{q} + \frac{1}{2}r$. Jam pone $x = 0$, & restabit iterum $\frac{1}{2}r$ pro longitudine BC ad verticem. Nec secus in Curvis magis compositis procedendum est.

## PROP. XXX.

*Radiis in curvam quamvis superficiem quamproximè perpendiculariter incidentibus, refractorum concursum, seu focum, determinare.*

Esto

A

H

P

R

H

Z

Esto PBQ (*Fig.* 57.) Curva quævis; A commune punctum, seu concursus incidentium Radiorum; AB Radius perpendicularis, sive axis; & AN Radius quamproximè perpendicularis, sive axi proximus; sitque NC ad Curvam perpendicularis, axique AC occurrens ad C. Et puncto C, per Lem. IX., invento, erige ad B & C perpendicula BH & CI, quibus in H & I occurrentem age quamvis AI. Versus I cape CR, quæ sit ad CI ut sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ, & recta HR occurret ipsi AB in quæsito refractorum concursu Z. De Curvarum Refractionibus. TAB. XII.

Probatur ad modum præcedentis Propositionis, & huic etiam consimilia Corollaria & Notæ competunt.

## PROP. XXXI.

*Parallelis Radiis in Sphæram incidentibus, refractorum ab axe remotorum errorem à principali foco determinare.*

In *Schem.* 58. sit NBM Sphæra; C centrum ejus; CB semidiameter incidentibus Radiis parallela; AN Radius incidens; & NK refractus ejus, occurrens axi, seu semidiametro CB, in K; &, posito F principali foco; id est, in quem Radii prope axem jacentes congregantur, quærendus erit error FK. Demitte ergo perpendiculares CE in NK, & NG in CK; & dic CB $= a$; GB $= x$; & CK $= z$; atque ex naturâ circuli erit NGq $= 2ax - xx$; cui adde GKq, hoc est, $zz + 2xz - 2az + xx - 2ax + aa$; & prodibit NKq $= zz + 2xz - 2az + aa$. Jam, cùm NG sit ad CE ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, sive ut I ad R, &, propter similitudinem triangulorum CEK & NGK, NK & CK sint in eâdem ratione, erit II. RR :: (NKq. CKq ::) $zz + 2xz - 2az + aa$. $zz$; adeòque II$zz = zz + 2xz - 2az + aa$ in RR, &, factâ reductione, $zz = \frac{2RRaz - 2RRxz - RRaa}{RR - II}$, extractâque radice $z = \frac{RRa - RRx + R\sqrt{IIaa - 2RRax + RRxx}}{RR - II}$. TAB. XII.

Pars I. Sectio IV. ac, radicali in infinitam seriem redacta, $z = \frac{Ra}{R-I} - \frac{RRx}{IR-II} - \frac{R^3x^2}{2I^3a} - \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$, &c. Jam, cùm per Corol. II., vel III., ad Prop. XXIX. *, sit $\frac{Ra}{R-I} = CF$, (id, quod etiam innotescit ex valore $z$ jam invento, fingendo esse $x = 0$,) ex hoc CF subduc inventum valorem $z$ & restabit $\frac{RRx}{IR-II} + \frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$ &c. pro valore erroris KF, quem quærimus.

## COROLL. I.

Si BG, sive $x$, ponatur valde exigua, erit $\frac{RRx}{IR-II}$ quamproximè æqualis KF; tunc enim quantitates $\frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$, &c., propter ascendentes potestates ejusdem $x$, evadunt admodum exiguæ, & respectu termini $\frac{RRx}{IR-II}$ pro nullis haberi possint.

## COROLL. II.

Quinetiam, si statuas $NG = y$, erit $\frac{RRyy}{2IRa - 2IIa} = KF$, circiter. Etenim est $NGq = BG \times \overline{BC + CG}$, sive $= BG \times 2BC$ proximè, hoc est, $yy = 2ax$ ferè, vel $\frac{yy}{2a} = x$, & substituendo $\frac{yy}{2a}$ pro $x$ in valore ipsius KF, emerget $\frac{RRyy}{2IRa - 2IIa} = KF$.

## COROLL. III.

Hinc errores KF sunt ut sagittæ GB, vel ut quadrata semichordarum NG.

CO-

* Pag. 162. hujus.

De Curvarum Refractionibus.

## COROLL. IV.

Si Radius ANK detur positione, & paralleli alicujus, axíque proprioris & ad alteras axis partes incidentis, Radii $an$ refractus $nk$ ducatur, secans axem in $k$, & hunc refractum NK in Q, & ad axem demittatur normalis Q$o$; linea K$o$ evadet omnium maxima, ubi Radius $an$ duplo minùs distat ab axe circiter, quàm Radius alter AN. Demissâ enim ad axem normali $ng$, ponatur $ng = v$; K$o = s$; GK $= f$; & KF $= b$; &, per Corol. III. hujus, erit $yy.\ vv ::$ KF. F$k$. Adeòque $k\mathrm{F} = \frac{bvv}{yy}$, quo à KF subducto, restat $\frac{byy - bvv}{yy} = \mathrm{K}k$.

Præterea est GK. GN :: K$o$. Q$o$; adeòque Q$o = \frac{ys}{f}$: Item $gn$. GK ($= gk$ proximè,) :: Q$o$. $ok$; quare $ok = \frac{ys}{v}$. Huic adde K$o$, & iterum prodit K$k = \frac{vs + ys}{v}$ Quamobrem est $\frac{vs + ys}{v} = \frac{byy - bvv}{yy}$, factáque divisione per $v + y$, & reductâ æquatione, prodit $s = \frac{bvy - bvv}{yy}$.

Jam, ut maximus $s$ inveniatur, multiplica terminos, juxta methodum Huddenii, per dimensiones quantitatis indeterminatæ $v$; & emerget $o = \frac{bvy - 2bvv}{yy}$, sive $y = 2v$; hoc est, NG $= 2ng$.

## COROLL. V.

Et hinc K$o$, ubi maximum est, æquatur quartæ parti ipsius KF, circiter; nam, in valore ipsius $s$ jam ante invento, si scribas $2v$ pro $y$, exoritur $\frac{1}{4}b = s$.

CO-

Pars I. Sectio IV.

## COROLL. VI.

Est etiam $oQ = \frac{Ry^3}{81aa}$. Nam, est GK (= BF proximè). GN :: Ko. oQ; hoc est, $\frac{*Ra}{R-I}$. $y :: \frac{RRyy}{81Ra - 81Ia}$ (= ¼KF). $\frac{**Ry^3}{81aa}$.

## COROLL. VII.

Si arcus BM sumatur æqualis BN, & Bm = Bn, ac Radii ad puncta M & m refracti ducantur sibi occurrentes in P; constat esse spatium $PQ = \frac{\dagger Ry^3}{41aa}$, duplum nempe ipsius oQ; & præterea constat, refractos omnium Radiorum in sphæricam superficiem inter N & M cadentium, convergere in spatium hocce PQ; & idem PQ esse minimum circulare spatium, in quod possent omnes congregari; adeòque focum esse, seu locum imaginis objecti, parallelos Radios in Lentem, ad usque limites M & N apertam, ejaculantis. Scilicet nulli Radii possunt transilire hoc spatium; quia, cùm oQ sit in datâ ratione ad Ko; erítque oQ simul maximum, adeòque punctum Q omnium versùs F jacentium remotissimum ab axe, in quo Radius quisquam concurrit cum externo Radio NK; neque possunt in minus spatium congregari, quia Radii nk & mk secant externos Radios in ipsissimis punctis P & Q, quibus spatium PQ terminatur.

## COROLL. VIII.

Si circuli NBM apertura augeatur vel minuatur, error lateralis PQ erit ut $y^3$, sive ut cubus latitudinis aperturæ NM. Item si, immutatâ aperturâ, mutetur circuli magnitudo, error PQ; erit reciprocè ut $aa$, sive ut CBq; adeòque ut BFq; siqui-

$* \frac{Ia}{R-I}$ $** \frac{RRy^3}{81Iaa}$ $\dagger \frac{RRy^3}{41Iaa}$

siquidem CB & BF sint in datâ ratione: sin verò & circuli magnitudo & apertura mutetur, erit error ille PQ ut $\frac{y^3}{aa}$, sive ut $\frac{NM\ cub.}{BF\ quad.}$, quemadmodum ex $\frac{*Ry^3}{4Iaa}$ valore ipsius PQ constare potest. De Curvarum Refractionibus.

SCHOLIUM.

Eodem ferè modo, quo Radiorum parallelè incidentium errores KF & PQ determinavimus, consimiles divergentium, vel convergentium, errores, licèt calculo difficiliori, determinari possunt.

PROP. XXXII.

*Si Radii, sive paralleli, sive versùs commune aliquod punctum inclinati, se Sphæræ objiciant refringendos, refractorum extra axem sibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concursum determinare.*

In *Fig.* 59. sit AN incidens Radius; NK refractus ejus; & NV in plano trianguli ANK recta linea tangens Sphæram ad N. Ad AN duc NR perpendicularem & occurrentem axi AC in R; nec non RV parallelam & occurrentem tangenti NV in V. Item, ad NK duc NQ perpendicularem; & VQ parallelam convenientes in Q: & age QC occurrentem NK in Z; eritque Z concursus Radiorum ipsi AN vicinissimorum. Sit enim A*n* alius ex incidentibus priori AN infinitè vicinus, & occurrens NR in G. Age *n*Z occurrentem NQ in H; & ad AN, & NK, è C centro Spheræ demitte normales CD, & CE, occurrentes A*n*, & *n*Z, in *d*, & *e*. Jam, cùm AN supponatur infinitè vicinus A*n*, arcus infinitè parvus N*n* pro rectâ coincidente cum tangente NV haberi potest, ac triangula NG*n*, NRV; & NH*n*, NQV pro similibus. Quare est DC. D*d* :: (NR. NG :: NV. N*n* :: NQ. NH ::) EC. E*e*. unde, divisim & alternatim, DC. EC :: *d*C. *e*C. Est autem DC ad EC ut sinus Incidentiæ ad sinum Re- TAB. XII.



$\frac{*RRy^3}{4IIaa}$

fractionis, propterea quod NK sit refractus ipsius AN, adeòque etiam *d*C est ad *e*C ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis. Et proinde, cùm anguli DA*d* & EZ*e* sint infinitè parvi, atque adeò C*d* ad A*n* & C*e* ad *n*Z perpendiculares, vel saltèm perpendiculis æquipollentes, erit *n*Z refractus ipsius A*n*. Q. E. D.

## COROLL. I.

Est ND. NE : : (sive NP. NF : : ) NR. NQ. Nam, acta NC, propter triangula NRV, & NDC; NEC, & NQV similia, est ND. NR : : (NC. NV : : ) NE. NQ; &, alternè, ND. NE : : NR. NQ.

Hinc promptior emergit Problematis resolutio, nempe ad Radios AN, NK erige normales NR, NQ, quorum NR axi AC occurrat, & NQ sit ad NR ut NF ad NP. Dein age QC, quæ cum NK in quæsito puncto Z conveniet. *

## COROLL. II.

Est etiam $AN \times DC \times NE$. $AD \times EC \times ND$ : : NZ. EZ; nam, est AD. AN : : DC. NR, & inde $NR = \frac{AN \times DC}{AD}$. Item ND. NE : : NR. NQ, & inde $NQ = \frac{AN \times DC \times NE}{AD \times ND}$. adeòque $AN \times DC \times NE$. $AD \times EC \times ND$ : : (NQ. EC : : ) NZ. EZ.

## COROLL. III.

Si punctum radians A infinitè distet, sive parallelos Radios ejaculetur, posito I. R : : sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, erit $I \times NF$. $R \times NP$ : : NZ. EZ. In hoc enim casu, AN & AD, cùm sint infinitè longæ, pro æqualibus haberi debent. Atque adeò, per Coroll. II. hujus, erit $DC \times NE$. $EC \times ND$ : : NZ. EZ. Sed, ex hypothesi, est DC. EC : : I. R; & proinde $I \times NE$. $R \times ND$ : : (NZ. EZ : : ) $I \times NF$. $R \times NP$. Ceterùm de his vide plura in Lectionibus Dris. Barrow

Note-

* Vid. Barrow Lect. Opt. L. XIII. Art. 26.

*Notetur* autem 1°., quòd, mutatis mutandis, resolutio Problematis cuicunque casui facilè accommodatur, sive Radii incidentes divergant à puncto aliquo, vel ad idem convergant, vel incidant paralleli. De Curvarum Refractionibus.

2°. Cum è radiis huic ANK proximis, qui jacent in plano ANK, conveniant in Z; qui verò in conicâ superficie, per revolutionem trianguli ANK circa latus AK generatâ, jacent, conveniant in K; erit maxima Radiorum ipsi ANK undique proximorum constipatio circa medium spatii KZ, puta, ad Y; & proinde Oculo in lineâ NK ultra K constituto, sensibilis imaginis objecti A, per Refractionem sphæricæ superficiei BN visi, locus erit ad Y, vel saltem intra limites K, & Z; nam locus ille non præcisè definitur.

3°. Cum Radii pluribus superficiebus successivè refringuntur, ut vicinorum post omnes Refractiones concursum determines, primò quære concursum post primam Refractionem; deinde concursum eorundem post secundam, tanquam si primariò effluxissent è puncto præcedentis concursûs; & sic deinceps, ut ad Prop. XXIX. dictum fuit.

## PROP. XXXIII.

*Radiis in quamcunque curvam superficiem incidentibus, refractorum sibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concursum designare.*

In *Fig.* 59. finge BNP jam non Sphæram, sed aliam quamcunque Curvam referre; sitque A commune punctum, seu concursus, incidentium Radiorum; AN aliquis ex incidentibus; NK refractus ejus; & NC perpendicularis Curvæ ad punctum refringens. In hac NC quære intersectionem proximi alicujus perpendicularis, (qualis *n*C,) ad aliud proximum punctum refringens insistentis, * (id, quod alibi docebitur,) sitque ista intersectio C. Jam, ductâ AC, demitte ad Radios AN, NK TAB. XII.

 nor-

* In Tract. de Fluxionibus ab Auctore nostro A. D. 1665, 1666, &c. scriptis. Vide Tom. I. *Opusc. II.*

Pars I. Sectio IV. normales CD, CE; ac erige NR, NQ, quorum NR occurrat AC in R; sitque NQ ad NR ut NE ad ND, & acta QC conveniet cum refracto NK in desiderato proximorum refractorum concursu Z. Probatur ad modum præcedentis Propositionis, & huic etiam consimilia Corollaria, & Notæ competunt.

## PROP. XXXIV.

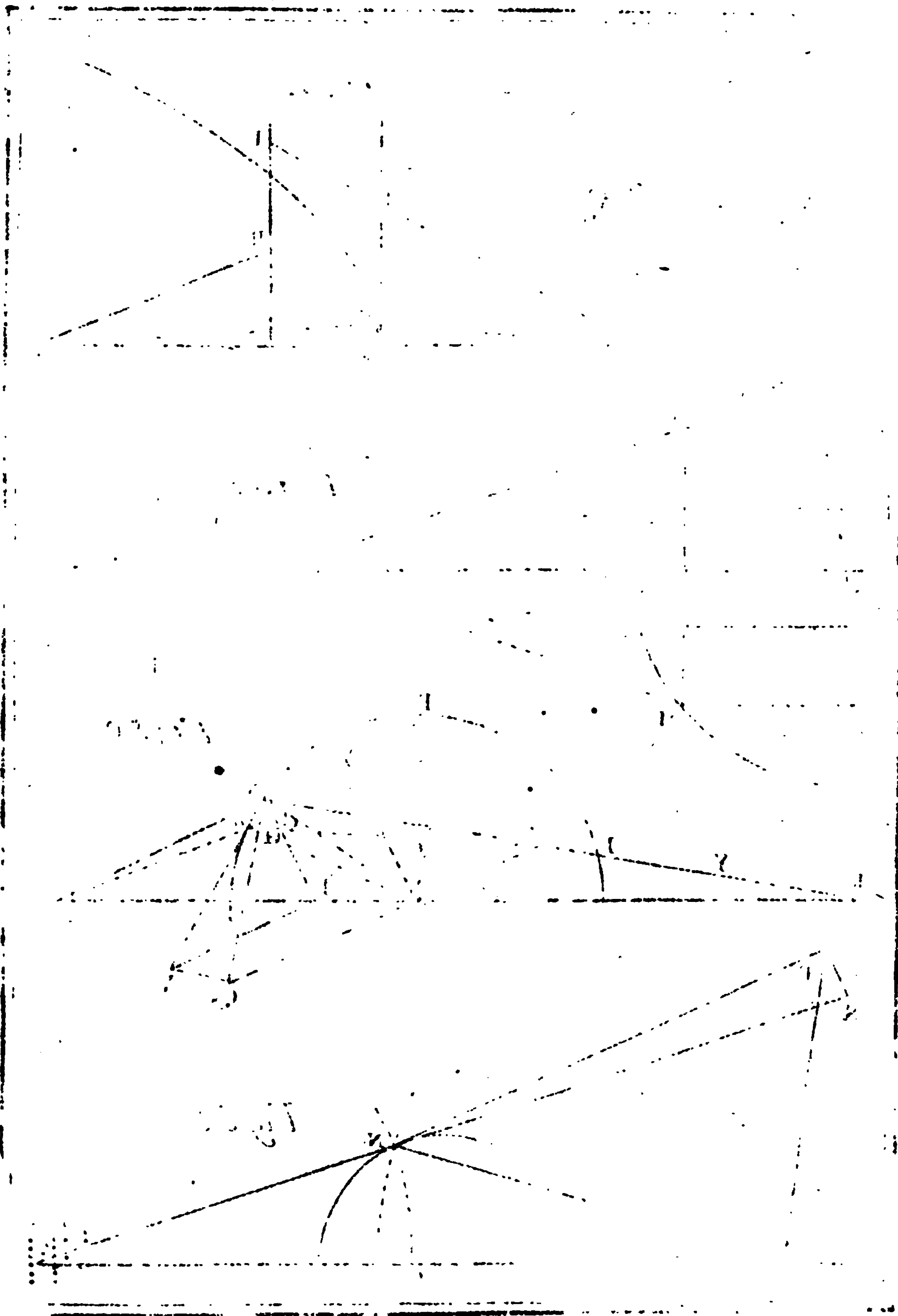
*Figuram determinare, quæ Radios homogeneos, sive parallelos, sive ad commune aliquod punctum terminatos, ita refringet, ut refracti omnes ad aliud datum punctum accuratè conveniant.*

TAB. XII. In *Fig.* 60. sit A concursus incidentium Radiorum, & Z refractorum; ac punctum aliquod B in rectâ AZ pro vertice Curvæ ad arbitrium sumatur. Ab illo B capiantur in lineâ BZ, versùs medium densius, BG cujusvis longitudinis, & BR in ratione ad BG quam habet sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ. Centrisque A & Z, & intervallis AG & ZR, describantur circuli se intersecantes in N; & ipsius N locus erit Curva, quæ desideratam Refractionem peraget.

Quod ut pateat, producatur AN ad S, ut sit NS. NZ : : BG. BR; & ad NS, & NZ erigantur perpendiculares ST, & ZT concurrentes in T, & acta NT curvam tanget in N, * ut ex methodo ducendi tangentes alibi expositâ constabit. Jam, cùm NS, & NZ sint ut BG, & BR, hoc est, ut sinus Incidentiæ & Refractionis; & respectu sinûs totius, sive semidiametri NT, sit NS sinus anguli NTS, qui æquatur angulo Incidentiæ Radii AN; & NZ sinus anguli NTZ, qui æquatur angulo Refractionis Radii NZ: patet esse NZ refractum ipsius AN. Q. E. D.

*Nota* 1°., potest etiam Curva huic usui inserviens describi, quæ per datum quodvis punctum B extra axem AZ positum tran-
TAB. XIII. sibit; scilicet, in *Fig.* 61., agantur AB, & ZB, & in ipsis capiantur BG, & BR in ratione sinuum Incidentiæ, & Refractionis. Et Centris A, & Z, ac Intervallis AG, & ZR describantur circuli concurrentes in N, eritque N ad Curvam, quam oportet describere. 2°. Præ-

* In eodem Tract. de Fluxion.



2°. Præfata Problematis resolutio, mutatis mutandis, se ad omnes casus extendit, sive incidentes, aut refracti Radii convergant, divergant, vel existant paralleli; sive Refractio fiat è rariori medio in densius, vel è densiori in rarius. Et quidem, si Radii ex neutrâ parte paralleli sint, id est, si punctorum A & Z neutrum sit ad infinitam distantiam, Curva BN erit aliqua quatuor ellipsium, quas CARTESIUS in hunc usum in Geometriâ descripsit; Sin alterutrum infinitè distet, ita ut Radii punctum illud respicientes evadant paralleli, Curva erit conica sectio, uti notum est: Et in hoc casu, circulus RN, vel GN, propter infinitam centri distantiam, evadet recta linea, ipsi AZ ad R, vel G perpendicularis. De Curvarum Refractionibus.

## LEMMA X.

*E parallelis Radiis ad circulum refractis, Radium illum determinare, cujus pars circulo inclusa datam habeat rationem ad partem refracti ejus eidem circulo inclusam.*

In *Fig.* 62. sit AN Radius incidens; NK refractus; NP, & NF, partes eorum circulo inclusæ; CD, & CE perpendicula ad istas partes è centro circuli demissa; & BC semidiameter acta parallela ipsi AN; sitque CD. CE : : I. R; & NP. NF : : *p*. *q*. His positis, ut innotescat punctum N, quod Radios AN, & NK, determinat, erige ad BC normalem BX, cujus quadratum sit ad BC quadratum, ut $\frac{qq-pp}{pp}$ ad $\frac{II-RR}{II}$, & acta CX secabit circulum in desiderato puncto N. Est enim, ex hypothesi, *p*. *q* : : (NP. NF : :) ND. NE; & I. R : : CD. CE; quare $\frac{q}{p}$ ND $=$ NE; & $\frac{R}{I}$ CD $=$ CE. Porrò, cùm sit NDq $+$ CDq ($=$NCq) $=$NEq$+$CEq, aufer hinc inde NDq$+$CEq, & restabit CDq $-$ CEq $=$ NEq $-$ NDq, hoc est, substituendo valores ipsarum CE, & NE, modò inventos, CDq $- \frac{RR}{II}$ CDq $= \frac{qq}{pp}$NDq $-$ NDq, &, factâ reductione, TAB. XIII.

 II—

Pars I. Sectio IV. $\frac{II - RR}{II}$ CDq $= \frac{qq - pp}{pp}$ NDq; quo in proportionalitatem resoluto, fit $\frac{qq - pp}{pp}$. $\frac{II - RR}{II}$ : : (CDq. NDq : : ) BXq. BCq. Q. E. D.

## PROP. XXXV.

*Sole Sphæram pellucidam illustrante, Radiorum ejus, post unam Reflexionem emergentium, maximam ad axem inclinationem determinare.*

TAB. XIII. In *Fig.* 63. sit BNK Sphæra proposita; BCQ diameter, sive axis incidentibus Radiis parallelus; AN aliquis ex incidentibus; NF refractus ejus; FG reflexus; & GR denuo refractus, & quærendus erit maximus angulorum, quos RG cum axe BQ potest conficere. In quem finem advertendum est, quòd in eo solo casu, ubi RG maximè inclinatur ad BQ, Radii ipsi AN viciniſſimi possunt emergere paralleli ad RG. Nam, in aliis casibus, ex emergentibus Radiis sibi viciniſſimis alii magis, alii minùs continuò inclinantur ad BQ; adeòque aliquantulùm inclinantur ad se invicem. Advertendum est præterea, quòd Radii emergent paralleli, qui conveniunt ad punctum Reflexionis. Duc enim Radium *an* ipsi AN parallelum, & quamproximum; sitque ejus refractus *nf*; reflexus *fg*; ac iterum refractus *gr*; &, punctis F, & *f* coincidentibus, cùm anguli NF*n*, & GF*g*, sint æquales, & Refractiones ad N, *n*, & G; *g*, similes, emergentes Radii GR, & *gr*, æquè paralleli erunt ac incidentes AN, & *an*.

Quærendus est itaque Radius AN, cujus refractus cum refracto viciniſſimi Radii *an* concurrit ad F. Et quidem, per Coroll. III. Prop. XXXII.*, (demiſſis à centro Sphæræ ad Radios normalibus CD, & CE, positóque I. R : : CD. CE, ) si Radii isti ad quodvis punctum Z concurrant, erit $I \times NF$. $R \times NP$ : : NZ. EZ : : NF. EF (puncto nempe Z ad ipsum F, juxta hypothesin, cadente) : : 2. 1. Quare $I \times NF = 2R \times NP$; & I. 2R : : NP. NF. Datur itaque ratio NP ad NF, & inde, per Lem.

* Pag. 107. hujus.

Lem. X., dabitur punctum N. Scilicet ad verticem circuli ducatur tangens BX, cujus quadratum sit ad quadratum semidiametri BC, ut 4RR — II ad II — RR, & agatur CX; hæc enim circulo occurret in N, & ex invento N cetera nullo negotio determinantur. De Curvarum Refractionibus.

## COROLL. I.

Hinc fit 3RR. II — RR :: CNq. NDq. Cùm enim fit 4RR — II. II — RR :: BXq. BCq, componendo erit 3RR. II — RR :: (BXq + BCq = CXq. BCq ::) CNq. NDq.

## COROLL. II.

Est & I. 2R :: ND. NE. Nam, supra fuit I. 2R :: NP. NF, & ex his expeditior evadit Problematis resolutio.

## SCHOLIUM.

Unà cum maximâ inclinatione Radii RG, datur maximus arcuum FQ, ad refractos NF terminatorum. Nam, angulus FCQ, quem FQ subtendit, est æqualis angulo, quem CF, & AN comprehendunt; hoc est, æqualis dimidio anguli, quem RG, & AN, vel BQ comprehendunt: & proinde arcuum FQ, æquè ac angulorum ab RG, & BQ comprehensorum, maximus est, qui Radio AN in punctum jam inventum incidente definitur.

## PROP. XXXVI.

*Sole Sphæram pellucidam* BNP (Fig. 63.) *illustrante, Radiorum ejus post duas Reflexiones emergentium minimam ad axem inclinationem determinare.* TAB. XIII.

Sint AN, & *an* Radii duo incidentes sibi quamproximi, qui, post duas reflexiones in F, *f*, & G, *g*, emergant secundùm HS, & *hs*: Et, manifestum est, quòd in eo solo casu, ubi angulus acutus, quem BQ, & SH comprehendunt, minimus est, Radii

Pars I. Sectio IV. Radii illi HS, & *bs* possunt esse paralleli, uti supra de Radiis GR, & *gr* dictum fuit; &, ubi hoc accidit, Radius etiam FG ad *fg* parallelus erit. Unde 2 arc. F*f*=(arc. F*f*+G*g*=arc. FG—*fg*=arc. NF—*nf*=) arc. N*n*—F*f*. Adeòque 3 arc. F*f*=arc. N*n*; &, cùm NF dividatur in Z in ratione istorum arcuum, ut patet, erit NZ=3 ZF=3 EZ. Cùm itaque, per Coroll. III. Prop. XXXII.*, sit I×NF. R×NP : : NZ. EZ : : 3. 1, erit I×NF = 3R×NP, sive I. 3R : : NP. NF. Datur itaque ratio NP ad NF; & inde, per Lem. X. dabitur punctum N; ducendo nempe BX, quæ circulum tangat in vertice B, & cujus quadratum sit ad BC quadratum ut 9RR—II ad II—RR, & agendo CX, quæ occurret peripheriæ in N. Invento autem N, cetera facilè determinantur.

## COROLL. I.

Hinc est 8RR. II—RR : : CNq. NDq. Nam, 9RR—II. II—RR : : BXq. BCq, &, componendo, 8RR. II—RR : : CXq. BCq : : CNq. NDq.

## COROLL. II.

Est etiam I. 3R : : ND. NE; utpote, cùm supra fuerit I. 3R : : NP. NF.

## SCHOLIUM.

Ad eundem modum maxima Radii KT, post tres Reflexiones emergentis, inclinatio ad axem, juxtà ac maximus arcuum QG investigabitur. Scilicet, in eo casu FG, & *fg* convenient ad G, erítque arc. F*f*=(arc. FG—*f*G=arc. NF—*nf*=) N*n*—F*f*; &, inde, 2 arc. F*f*=arc. N*n*, & NZ=2ZF, adeòque 4. 1 : : NZ. EZ : : (per Coroll. III. ad Prop. XXXII*) I.×NF. R×NP; sive, I. 4R : : NP. NF; &, proinde, per Lem.

* Pag. 170. hujus.

Lem. X*, 16 RR—II. II—RR : : BXq. BCq ; unde consectatur esse 15 RR. II—RR : : CNq. NDq ; & I. 4 R : : ND. NE. De Curvarum Refractionibus.

Atque ita, si Radii, post quatuor Reflexiones emergentis, inclinatio minima desideratur, determinabis faciendo ut sit 25 RR—II. II—RR : : BXq. BCq ; vel, 24 RR. II—RR : : CNq. NDq. Et I. 5 R : : ND. NE ; & sic præterea in infinitum.

Transactis Refractionibus homogeneorum Radiorum, jam restat ut heterogeneos conferamus. De horum ad plana Refractionibus paulò fusiùs agebamus, ut eò Prismatum, (quorum usus in experimentis faciendis posthac erit frequentissimus,) affectiones innotescerent. Præcipuum verò, quod circa curvas superficies jam determinandum occurrit, est quantitas erroris Radiorum, à quo oritur confusio, sive indistincta visio objectorum, quæ in Telescopiis per nimiam vitri, objectum respicientis, aperturam evenire solet. Et in hunc finem, cùm præmissa sit Prop. XXXI., unde errores innotescunt, qui in sphæricis superficiebus per ineptitudinem figuræ efficiuntur : sequentem jam subjungimus, quâ errores ex inæquali Refrangibilitate diversorum Radiorum orti, determinari possunt.

## PROP. XXXVII.

*Heterogeneis Radiis in Sphæram incidentibus, errores ex inæqualibus Radiorum similiter incidentium Refractionibus progenitos determinare.*

E puncto A (*Fig.* 64.) in Sphæram NBM centro C descriptam, incidant secundùm lineam aliquam AN Radii duo maximè difformes ; quorum refracti sunt NF, & N$f$, axi occurrentes in F, & $f$; & in illos demittantur perpendicula CI, CP, & CT. Jam, si accurata resolutio desideretur, Refractiones Radiorum NF & N$f$ seorsim computandæ sunt ; sed, cùm arcus NM ponatur admodum exigua portio circuli, veritatem quamproximè assequemur, assumendo angulos CNI, CNP, & CNT ferè esse ut eorum TAB. XIII.



* Pag. 173. hujus.

Pars I. Sectio IV. eorum ſinus. Sit ergo I communis ſinus Incidentiæ; P ſinus Refractionis Radiorum maximè refrangibilium; ac T ſinus ille minimè Refrangibilium. Erit ang. CNI ad ang. CNP : : I. P, & ang. CNP ad ang. CNT : : P. T; ac, diviſim, ang. INP ad ang. CNP : : P — I. P; & ang. CNP ad ang. PNT : : P. P — T; &, ex æquo, ang. INP ad ang. PNT : : P — I. P — T.

Sume jam arcum BM æqualem arcui BN, & Radiorum ſecundùm AM incidentium duc refractos MF, Mf, prioribus occurrentes in V, & X. Age VX, & produc donec occurrat incidentibus Radiis ad G, & H; & patet VX eſſe latitudinem minimi ſpatii, in quod omnes Radii congregari poſſunt. Eſtque GX. VX : : (ang. GNX ad ang. VNX proximè : : ang. INP ad ang. PNT : :) P — I. P — T; & GH + VX (2 GX). VX : : 2 P — 2 I. P — T; ac, diviſim, GH. VX : : P + T — 2 I. P — T. Unde, datis P, T, I, dabitur ratio GH ad VX.

*Ex. gr.* Cùm ſupra determinaverim, quòd ad vitrum aeri conterminum ſit I. P : : $44\frac{1}{2}$. $69\frac{1}{2}$, & I. T : : $44\frac{1}{2}$. $68\frac{1}{2}$ *; ſi aſſumatur I = $44\frac{1}{2}$, erit P = $69\frac{1}{2}$, ac T = $68\frac{1}{2}$, & P + T — 2 I = 49, P — T = 1; adeòque GH. VX : : 49. 1, circiter.

## SCHOLIUM.

Ope hujus & Prop. XXXI **, errores homogeneorum Radiorum, qui in ſphæricis ſuperficiebus per figuræ ineptitudinem obveniunt, cum heterogeneorum erroribus conferri poſſunt; & conſtabit hoſce longè majores eſſe in parvis Sphærarum portionibus: Atque adeò heterogeneitatem Lucis, & non ineptitudinem figuræ ſphæricæ, in cauſâ eſſe, quòd Teleſcopia in majorem perfectionis gradum nondum promota habeamus.

TAB XII. & XIII. Concipiamus *ex. gr.*, quòd NMB, in *Figuris* 58 & 64, referat objectivum vitrum Teleſcopii, cujus anterior ſuperficies NM plana ſit, eò ut Radios in poſteriori, ſeu ſphæricâ, ſuperficie NBM ſolummodo refringat; & ponamus CB ſemidiametrum hujus Sphæræ eſſe 10 pedes, ut Teleſcopium ferè 20 pedes, ſive 240 digitos, longum conficiat, ſitque apertura NM 2 dig., quanta

* Pag. 115. §. XXXVIII. hujus. ** Pag. 165. hujus.

quanta maxima, cum visione satis distinctâ, adhibeatur in hujusmodi Telescopiis, quæ objectum quasi 70 vel 80 vicibus ampliant; & sinus Incidentiæ sit ad sinum Refractionis, in confinio vitri & aeris peractæ, ut 11 ad 17, circiter, prout supra determinavimus (1). His positis, scribendum est 120 pro $a$; 1 pro $y$; 11 pro I; & 17 pro R; in valore ipsius PQ, quem exhibuimus in Coroll. VII. Prop. XXXI. (2), hoc est, in termino $\frac{*Ry^3}{4Iaa}$, & emergit $\frac{** \quad 17 \text{ dig.}}{4 \times 11 \times 120 \times 120}$ sive $\frac{17 \text{ dig.}}{633600} = PQ$; éstque hic error lateralis homogeneorum Radiorum, ortus ab ineptitudine figuræ sphæricæ. Præterea, concipiamus Radios AN, & AM in *Fig.* 64. esse parallelos Axi, & erit GH = NM = 2 dig., adeòque VX, error nempè lateralis heterogeneorum ab invicem in eodem loco concursûs erit $\frac{2}{49}$ dig.. Confer jam hos errores, & patebit VX esse ad PQ, (seu $\frac{2}{49}$ ad $\frac{\dagger \quad 17}{633600}$,) ut a 1267200 ad b 833, sive ut c 1521 ad 1, circiter. De Curvarum Refractionibus. TAB. XIII.

Adeòque VX esse quasi c mille & quingentis vicibus majorem quàm PQ; tanta sanè disproportio, ut PQ respectu VX pro nullo haberi possit. Error quidem VX, cùm sit $\frac{2}{49}$ dig., tantus est, ut mirer, quòd objecta per hujusmodi Telescopia tam distinctè videri possint. Sed alterius generis error PQ, sive $\frac{* \quad 17}{633600}$ dig., id est, $\frac{** \, 1}{37271}$ dig., circiter, longè minor est, quàm qui potest esse sensibilis, & proinde negligendus; & indistincta visio erroribus ex heterogeneitate Lucis exortis solummodo tribuenda. Et hinc patet perfectionem Telescopiorum non è conicis Sectionibus petendam esse, sed figuras sphæricas huic usui æquè inservire posse. In Microscopiis quidem errores homogeneorum



(1) Pag. 105. § XXX. hujus. (2) Pag. 168. hujus.

$\frac{*RRy^3}{4IIaa}$. $\frac{** \, 17 \times 17 \text{ dig.}}{4 \times 11 \times 11 \times 120 \times 120}$ sive $\frac{289 \text{ dig.}}{6969600} = PQ$.

$\frac{\dagger \, 289}{6969600}$. a 13939200. b 14161. c 984. $\frac{* \, 289}{6969600}$. $\frac{** \, 1}{24116}$.

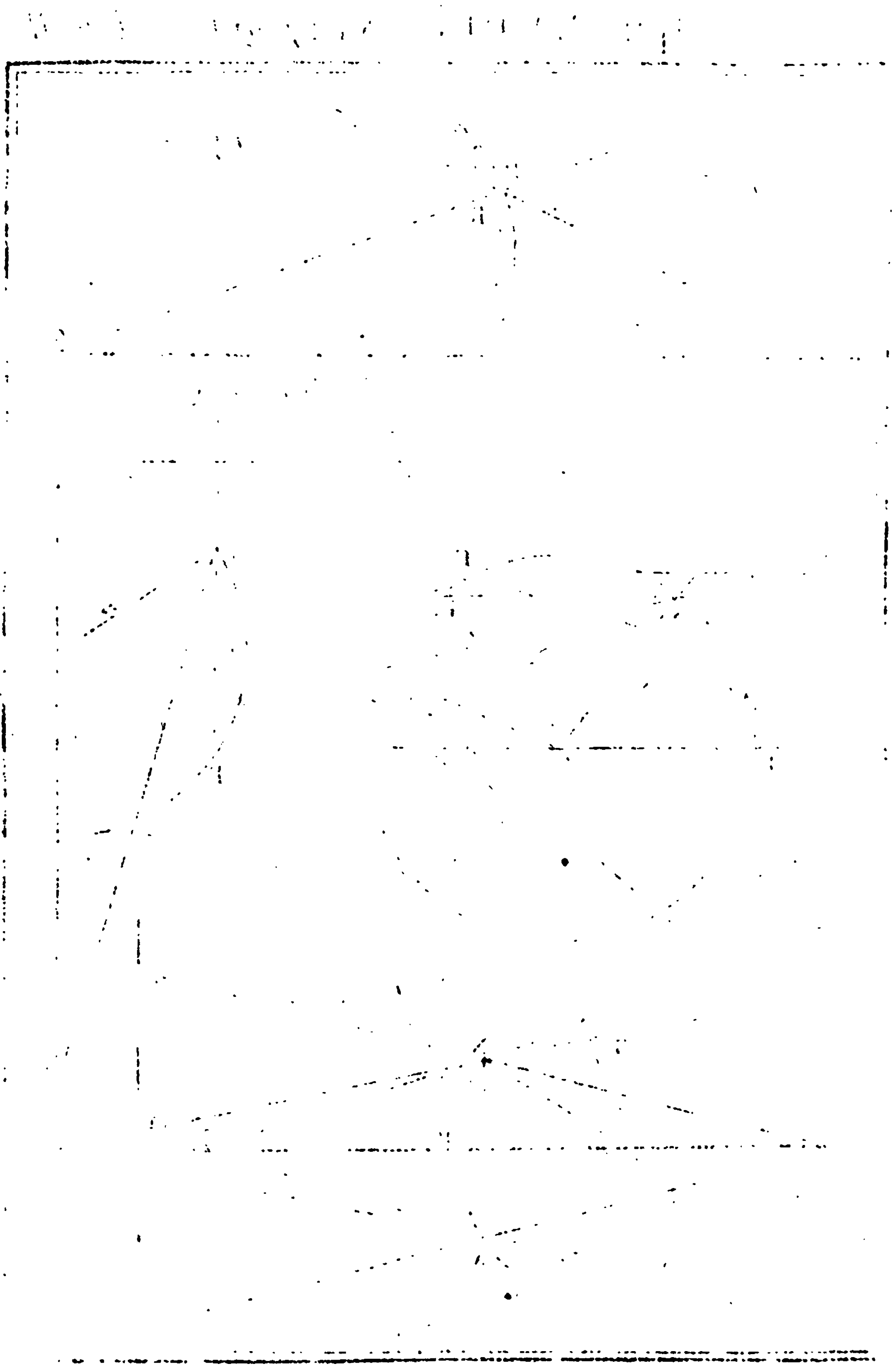
Pars I. Sectio IV.

Radiorum, ex sphæricâ superficie vitri objectivi, propter aperturam benè magnam, enormes oriuntur & admodum sensibiles; adeò ut illa vitra, si secundùm conicam aliquam Sectionem debitè formarentur, paulò perfectiora evaderent. Sed † methodus tamen me non latet corrigendi errores illos absque conicis Sectionibus, & efficiendi ut vitra è sphæricis superficiebus formari possint, quæ Radios homogeneos satis accuratè refringent, ne dicam, quæ longè accuratiùs refringent obliquos Radiorum penicillos, quàm vitra aliis quibuscunque figuris terminata; adeò ut sphæricas superficies usibus dioptricis, præ ceteris omnibus accommodatas esse censeam.

† Nempe si perspicillorum vitra objectiva ex vitris duobus sphæricè figuratis & aquam inter se claudentibus conflentur. Vide NEWTONI *Princip.* Schol. ad Prop. ult. Lib. I. Et *Opt.* Prop. VII. Part. I. Lib. I.



OPTICÆ





# OPTICÆ
## PARS SECUNDA.
## DE
## COLORUM ORIGINE.

---

### SECTIO I.

*Exponitur Doctrina de Coloribus, & per Experimenta Prismatis probatur.*



QUI in fabricandis Telescopiis occupati sunt, de Coloribus conqueruntur, quibus objecta, dum vitris istis mediantibus aspiciuntur, tingi solent; quíque eò magis augentur & apparent, quò vitrum oculare ex Sphæris minoribus efformatur; vel etiam, quò vitrum objectivum majori latitudine Radiis intrantibus patet. Unde, duplici incommodo implicati, impediuntur, ne Perspicilla ad optatum perfectionis gradum perducant;

Pars II. Sectio I.

tum quòd oculare vitrum ultra certos gradus parvum ad objecta magis amplianda nequeant adhibere, tum quòd vitrum objectivum ultra certos limites aperire nequeant, ad objecta magis lucida & perſpicua reddenda. Qui gradus, vel limites, ſi non probè obſerventur, objecta Coloribus involuta reddentur, & multò minùs diſtincta, quàm ſi, vel minora cernerentur, ope vitri ocularis minùs convexi, vel minùs lucida, diminutâ Perſpicilli aperturâ. Jam, cùm iſtæ perfectiones præcipuæ ſint, quæ in Perſpicillis deſiderantur; nempe, ut objecta magis amplient, & reddant lucidiora: operæ pretium videtur in naturam Colorum inquirere; ut inveſtigemus tandem quid in cauſâ ſit, quòd ita appareant, & objecta reddant indiſtincta; hujus enim ignorantia quamplurimos labore non exiguo, ſed inani tamen, exercuit, dum, imperfectionem Teleſcopiorum à vitioſis vitrorum figuris ortam eſſe credentes, in iſtis meliori figurâ perpoliendis navarunt operam. At, ſi cauſam horum Colorum ſatis exploratam habuiſſent, ſimul innotuiſſet inæqualis diverſorum Radiorum Refrangibilitas; &, inde vitia Teleſcopiorum, non ab ineptitudine figuræ ſphæricæ ad Refractiones ritè peragendas, originem ducere conſtitiſſet. Quo benè intellecto, conatus ſuos proculdubio mutâſſent, & laboribus iſtis ſecundùm aliam methodum diſpoſitis, Opticam in gradum multò perfectiorem jam promotam haberemus.

Qui de Coloribus hucuſque diſſeruere, vel id nomine tenus fecerunt, ut Peripatetici; vel in eorum naturam & cauſas inquirere conabantur, ut Epicurei & alii recentiores. Quæ Peripatetici de hiſce tradidere, etſi vera forent, tamen ad noſtrum propoſitum nihil valerent: quippe, dum modum, quo generantur, & cauſas, unde fiunt tam varii, non attingant. Etenim illi, de originibus & variis rerum ſpeciebus diſputantes, pro cauſis, ex quibus ipſarum exiſtentiam & diſcrimen mutuantur, varias quaſdam formas aſſignarunt; verùm de particulari cujuſvis formæ cauſâ & ratione, ob quam differt ab aliis, haud unquam quicquam diſſeruere. Et ſic ea fecerunt miſſa, quorum explicatio videtur ſummum Philoſophorum officium; imò, quæ ſola mentem Scientiæ naturalis avidam explere poſſint.

Atta-

Attamen, ne mancam Philoſophiam tradidiſſe viderentur, effecerunt, ut ejuſmodi diſquiſitiones pro maximè abſurdis & ridendis habeantur; utpote, quæ ſupponunt formarum eſſe alias formas, & qualitates qualitatum. Itaque, cùm Lux definiatur eſſe qualitas, vel forma, quæ dat eſſe lucidum, non expectandum eſt, ut aliquid de ejus cauſis audiamus, vel quâ ratione ad varios Colores producendos fiat varia. Dicunt equidem, quòd plus Luminis quibuſdam Coloribus immiſcetur, quàm aliis: at hoc non ſufficit ad eorum productionem; tum, quòd nullus omnino Color ex Albedine & Nigredine ſolummodo mixtis, præter fuſcos intermedios, generatur; tum, quòd quantitas Lucis non mutat ſpeciem Coloris. Corpus enim rubrum, verbi gratiâ, ſemper apparet rubrum, ſive aſpiciatur in crepuſculo, ſive in meridie luciditiſſimo. Porrò autem ipſa definitio, quam attribuunt Coloribus, adeò non pandit eorum naturam, ut eos, ne nomine tenus, exprimat. Ait Ariſtoteles χρῶμα δὲ ἐστὶ τοῦ διαφανοῦς ἐν σώματι ὡρισμένῳ πέρας. Quæ ſuperficiei coloratæ potiùs, quàm Coloris, deſcriptio eſt. Illa enim dici poteſt extremitas perſpicua in corpore terminato. At Color plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride & Priſmate; in vitris, vel liquoribus perſpicuis & aliquo Colore leviter tinctis; in aquâ marinâ, quæ viridis, plurimum, apparet; qui tamen Color, non in extremitate aquæ, ſed per totam ejus craſſitiem, generatur; in aere, qui, licèt maximè perſpicuus & nullo corpore denſo terminatus, ſerenâ tamen nocte cæruleus apparet; & in flammâ, quæ non minùs perſpicua eſt & Luci pervia, quàm ipſe aer. Sic, cùm humores Oculi Colore aliquo tinguntur, omnia videntur eodem Colore tincta, licèt extremitas perſpicui ſit aliis Coloribus prædita. Et, cùm Solem nudis Oculis modò aſpexeris, luminoſa omnia deinceps videntur rubra, & nigra plerumque apparent cærulea; qui Color erit magis conſpicuus, ſi, clauſis Oculis, te in locum aliquem tenebroſiſſimum ſtatim conferas. Imò, premendo Oculum, Colores in tenebris excitare liceat; quis autem vocabit illos extremitatem perſpicui? Ceterùm non opus eſt ut has opiniones enixè refutem, quæ, etſi veræ eſſent, tamen non ſunt ſufficientes, neque propoſito

De Radiorum Lucis Coloribus.

*Pars* II. Sectio I. fito meo adverfantur. Efto enim Lux qualitas corporis lucidi; efto Lumen actus perfpicui; & Color, ejus extremitas; & quicquid de illis dixerunt, efto; abinde tamen haud concipi poterit, quo pacto Lux refringatur; unde Colores fint varii; quid in causâ fit, quòd in Perfpicillis apparent; & quâ ratione incommodum iftud devitari poffit.

Ad opiniones aliorum Philofophorum quod attinet, dixerunt Colores, vel ex umbrâ Lucéque variè mixtis; vel ex contortione globulorum, aut eorum variis preffionibus generari; vel denique ex variis modis, quibus medium quoddam æthereum vibratur, ftatuentes Lucem productam effe ex impulfu vibrantis medii in retiformem tunicam delato. Extra oleas nimis vagarer, fi has opiniones figillatim refutandas adortus effem: Nec opus eft ut faciam, cùm omnes in communi quodam errore confentiant; fcilicet, quòd modificatio Lucis, quâ fingulos Colores exhibet, ei non fit infita ab origine fuâ, fed inter reflectendum, vel refringendum, acquiratur. Inter Radios Lucis nullum contemplantur difcrimen, priufquam incidant in corpus aliquod colorificum; opinati tantùm, quòd, pro variâ difpofitione corporis iftius, variis modis reflectuntur, vel refringuntur; &, pro fpecie modificationis, quam fic acquirunt, varia deinde Colorum phantafmata fpectantibus exhibent. Mixtura Lucis & umbræ, gyratio globulorum, vel varia vibratio medii, non fupponuntur ineffe Radiis antecedenter ad eorum Reflexiones, vel Refractiones; fed per iftas actiones generari creduntur. Quemadmodum & Peripatetici ftatuunt Colores à corporibus originem ducere, quorum dicunt effe qualitates. Attamen contrarium effe verum ex fequentibus abundè patebit. Invenio fcilicet, quòd modificatio Lucis, unde Colores originem fumunt, Luci connata fit; & non oritur à Reflexione, neque à Refractione, neque à qualitatibus corporum, aut modis quibuflibet, nec ab iis, vel deftrui poteft, vel ullo modo mutari.

Verùm, ut fententiam meam diftinctiùs proferam, invenio primò, quòd Radiis diverfè refrangibilibus competant diverfi Colores; maximè refrangibilibus, Purpura, five Violarum Color competit; & Rubor minimè refrangibilibus; atque mediocribus Viri-

Viriditas, vel potiùs, confinium viridis & virescentis cærulei. Cæruleus autem Purpuræ intercedit & Viriditati, flavúsque Viriditati & rubori. Adeòque Radii, prout sunt plus plúsque refrangibiles, apti sunt ad hos ordine Colores, *RUBRUM*, *FLAVUM*, *VIRIDEM*, *CÆRULEUM*, & *VIOLACEUM*, generandos, unà cum omnibus eorum successivis gradibus & Coloribus intermediis. De Radiorum Lucis Coloribus.

Invenio præterea, quòd nullius Radiorum generis forma, sive dispositio colorifica, vel Refractione, vel aliâ quâcunque, (quam potuerim animadvertere,) causâ mutari potest; sed unicum tantùm sibi proprium Colorem unumquodque semper conservat & exhibet, si modò à Radiorum diversi generis misturâ non conturbetur. Nam, Colores, qui Refractionibus generari videntur, non nisi difformium Radiorum misturâ variâ, vel separatione, fiunt.

Tertiò invenio, quòd Color albus & niger, unà cum cinereis, seu fuscis intermediis, fiunt ex Radiis cujusque speciei confusè mistis; & similiter, quòd ceteri omnes Colores, qui non sunt ex primitivis, per varias horum Radiorum misturas producuntur. Et inde non mirum est, si, difformibus Radiis per inæqualem Refractionem segregatis, diversi Colores ex his de novo emergere videantur.

Quinetiam invenio, quòd primitivi Colores per misturam Radiorum alterutrinque confinium exhiberi possunt. Viridis nempe ex flavo, & cæruleo; flavus ex adjacente viridi, citrióque; & sic de aliis. Per Colores autem primitivos non tantùm quinque prædictos intelligo, sed & quoslibet alios, quibus exhibendis aptum datur aliquod uniforme Radiorum genus.

Invenio denique, quòd omnes omnium corporum Colores non aliunde generantur, quàm è dispositione quâdam, quâ apta sunt ut alios Radios reflectant, & intromittant alios. Sic, corpus rubrum est, quod Radios ad Rubedinem aptos reflectit maximè, & plerosque ceteros intromittit; purpureum, quod Radios isti Colori generando proprios reflectit, & intromittit alios: album verò, quod ferè omnes reflectit; & nigrum, quod omnes intromittit, paucissimis, sed omnium tamen specierum, Radiis repercussis.

 Verùm,

Pars II. Sectio I.

Verùm, ne videar officii limites excessisse, dum naturam Colorum pertractare aggrediar, qui nihil ad Mathesin attinere censeantur; non abs re erit, si de ratione incepti hujus iterum commonefaciam: nimirum, tanta est inter proprietates Refractionum & Colorum affinitas, ut seorsim explicari nequeant. Qui alterutras ritè velit cognoscere, ut alteras cognoscat necesse est: & præterea, si de Refractionibus non agerem, & earum disquisitio non esset in causâ, quòd negotium de Coloribus simul explicandis inceptarem; tamen generatio Colorum tantam Geometriam complectitur, & eorum cognitio tantâ firmatur evidentiâ, ut vel ipsorum gratiâ possem aggredi, sic limites Matheseos nonnihil ampliaturus. Quemadmodum enim Astronomia, Geographia, Navigatio, Optica, & Mechanica pro Scientiis mathematicis habentur, licèt in iis agatur de rebus physicis, Cœlo, Terrâ, Navibus, Luce, & Motu locali: sic, etiamsi Colores ad Physicam pertinent, eorum tamen Scientia pro mathematicâ habenda est, quatenus ratione mathematicâ tractantur. Imò verò, cùm horum accurata Scientia videtur ex difficillimis esse, quæ Philosophus desideret; spero me, quasi exemplo, monstraturum quantùm Mathesis *in* Philosophiâ naturali valeat; & exinde, ut Geometras ad examen Naturæ strictiùs aggrediendum, & avidos Scientiæ naturalis ad Geometriam priùs addiscendam horter: ut, ne priores suum omnino tempus in speculationibus humanæ vitæ nequaquam profuturis absumant; neque posteriores, operam præposterâ methodo usque navantes, à spe suâ decidant. Verùm, ut, Geometris philosophantibus & Philosophis Geometriam exercentibus, pro conjecturis & probabilibus quæ venditantur ubique, Scientiam Naturæ summis tandem evidentiis firmatam nanciscamur. Itaque ad institutum redeo, de Coloribus secundùm præcedentes quinque Propositiones explicatis disceptaturus.

PROP.

De Radiorum Lucis Coloribus.

## PROP. I.

*Radiis diversè refrangibilibus diversi competunt Colores.*

Quò primum comprobem, repetamus experimentum Prismatis sub initio propositum; nempe, Radii solares obtenebratum cubiculum ad foramen F (*Fig.* 65.) ingressi, à Prismate ABC, quamproximè foramen istud intùs disposito, refringantur, tendentes deinde versùs oppositum parietem HI ad imaginem PT ibi depingendam; & imago illa, ut vulgo notum est, Coloribus tingetur, quorum rubeus ad extremitatem T à recto cursu minùs deviantem, & purpureus ad alteram procliviorem extremitatem P procidet; cæruleus autem, viridísque, & flavus ad Q, R, & S, intermedia loca, cernentur. Constat itaque, quòd Radii maximè refracti Purpuram exhibent, & minimè refracti Ruborem, ceteríque, intermediam Refractionem passi, Colores in ordine præfinito intermedios. Sed in majorem evidentiam, tum doctrinæ de Radiorum diversâ Refrangibilitate sub initio propositæ, tum hujus doctrinæ, quòd certis Refrangibilitatis gradibus certi conveniant Colores, videamus è contra, an diversi Coloris Radii diversam Refractionem patiantur; hoc est, an Radii versùs P tendentes Refractionem iterum majorem patiantur, quàm qui tendunt versùs T; id, quod variis modis tentare liceat, quorum facillimum & maximè perspicuum sequentem existimo. TAB.XIV.

Sume aliud Prisma *abc*, (*Fig.* 65.) & illud alicubi inter primum Prisma ABC, & imaginem PT, ita colloca, ut sit illi Prismati ABC transversum, sive parallelum imagini PT, Radiósque versùs PT tendentes intercipiat, & alioversum refringat, puta, versùs *pt*. Hoc facto, imaginem *pt*, Refractionibus utriúsque Prismatis sic effectam, videbis, ut priùs, coloratam, sed in alio tamen situ dispositam; non parallelam imagini PT, sed secundùm extremitates rubras manifestò convergentem. Jam, cùm Radii ad utrosque Colores, rubrum T, & purpureum P pertinentes, similiter incidant in Prisma secundum *abc*, si eandem TAB.XIV.

Pars II. Sectio I. præterea Refractionem paterentur, imagines PT, & *pt* deberent esse parallelæ, & ideo, cùm non existant parallelæ, sed imaginis *pt* extremitas purpurea *p* longiùs ab alterâ imagine PT transferatur, quàm extremitas rubea *t*; necessariò concedendum est, quòd Radii ad extremitatem purpuream P tendentes magis refringantur, quàm qui tendunt ad extremitatem rubeam T: hoc est, quòd Radii generantes Purpuram apti sunt, ut magis refringantur, quàm Ruborem efficientes; atque idem quoque de Coloribus intermediis eâdem ratione constabit, sicut ostendendum proposui.

In experiendis hisce notari poterit, quòd, quò viciniùs anteriori Prismati ABC, sive quò remotiùs à pariete HI collocetur Prisma posterius *abc*, imagines *pt* & PT, eò magis ab invicem distantes, etiam ad se magis inclinabuntur; adeo ut angulum semirectum vel paulò minorem eo contineant, cùm Prismata collocantur ad invicem vicinissima; cujus rei ratio facillima est considerantі, quòd distantiæ P*p* & T*t* sunt in ratione quâdam datâ. TAB. XIV. Sic, *in Fig. 66*, si parallelæ P*p* ac T*t* sint in ratione datâ, quò majores existant, eò major erit inclinatio linearum omnium *pt*. Et hinc patet axes imaginum omnium productos convenire ad commune aliquod punctum cum axe ipsius PT.

Si fortè concursus imaginum desideretur, Radii OF à Sole directi eò usque producantur, donec occurrant cum plano HI, in quod dictæ imagines projiciuntur, quemadmodum videre est ad X; id, quod fiet auferendo Prisma ABC, ut jubar per F trajectum rectà tendat ad X; & erit X locus, ad quem imagines PT & *pt* convergunt. Nam, quemadmodum Radii maximè refrangibiles cadunt in P ac *p*, & minimè refrangibiles in T & *t*, conficientes imagines oblongas PT ac *pt*, si alii præterea Radii darentur minùs adhuc refrangibiles, illi citra punctum T ac *t* in papyrum IH caderent, quo pactò imagines illæ paulò longiores evaderent, auctæ scilicet ad extremitates T ac *t*. Atque ita, si fingeremus Radios gradatim minùs, atque adhuc minùs, refrangibiles dari, usque dum deventum esset ad Radios adeò pertinaces, ut non possent omnino refringi, illi Radii Prismata sine aliquâ Refractione pertranseuntes, incidere deberent in ipsissimum punctum

ctum

ctum X, ad quod posuimus Radios à Sole directè venientes tendere. Imagines itaque PT & *pt* sic productæ convenirent ad X, & proinde ad idem X convergunt. Ceterùm, dubitari potest, an imagines illæ, si eò usque producerentur dum convenirent ad X, forent accuratè rectæ, vel paululùm incurvatæ; neque istud, (cùm multi foret laboris & parvi momenti,) jam lubet determinare; sufficit, quòd, ex observatione, quamproximè convergunt ad X. De Radiorum Lucis Coloribus.

De hoc experimento sub initio observabam, §. XXIII. *, quòd omnibus adversatur objectionibus, quæ contra doctrinam de inæquali Refrangibilitate traditam proponi possunt; ex eo quod per transversam Refractionem secundi Prismatis constat inæquales Refractiones non esse fortuitas & irregulares, neque ex Radii cujusque diffusione vel dilatatione ortas esse, aut aliâ quâvis causâ, præter dispositionem cujusque Radii ad Refractionem in gradu aliquo certo & constante patiendam; quandoquidem cujusque Refractio in utroque Prismate secundùm illam legem peragitur. Addo jam, quòd exhinc etiam constat, Refractiones singulorum Radiorum secundùm easdem leges peragi, sive commisceantur cum Radiis aliorum generum, ut fit in albâ Luce, sive separatim refringantur, Luce priùs in Colores conversâ. Nam, experiri est, quòd similes sunt Refractiones posterioris Prismatis, cùm proximè collocatur post alterum Prisma, antequam Lux per id trajecta transmigret in Colores, atque cùm longiùs post illud Prisma statuitur, ubi Lux evasit colorata.

Si cui in potestate est instrumentum aliquod ad quantitates Refractionum accuratè mensurandas paratum, nullus dubito, quin istius etiam ope seorsim dimetiendo Refractiones diversorum generum Radiorum, facilè observabit earum differentias, licèt ego prædictis, tanquam manifestissimis, acquiescens, haud operæ pretium duxerim rem aliis modis experiri. Verùm, ut cuique magis pateat, quanta sit prædictorum evidentia, quædam, quæ exinde scaturiunt notatu dignissima, proferre non pigebit.

Sit F *f* (*Fig.* 67.) paries, vel operculum fenestræ duobus foraminibus F & *f* Luci pervium, iisque digitos duos ab invicem distan- TAB XIV.

* Pag. 94. hujus.

Pars II. Sectio I.

diſtantibus, & intus diſponantur duo Priſmata ABC, DEG, in ſitu ſibi invicem parallelo, & perpendiculari ad lineam F*f* per centra foraminum ductam; quæ duo Lucem ingreſſam refringunt ad imagines duas PT, & MN, in oppoſitum parietem projiciendas, ſimili prorſus modo, quo factum eſt in experimento priori; & præterea ſint anguli Priſmatum ACB, DGE, comprehenſi planis refringentibus, æquales; quibus ita conſtitutis videbis imagines PT, & MN, in directum jacentes cum extremitatibus earum T & M contiguis. Quod ſi non eveniat, ſitus unius è Priſmatibus parum mutandus eſt, donec extremitates contiguas eſſe cernas, vel fortè nonnihil coincidentes. Purpurâ M, & Rubore T ſic juxta poſitis, adhibeatur Priſma tertium *abc*, quod primis Priſmatibus & eorum imaginibus interponatur, in ſitu ad lineam F*f*, ſive ad imagines dictas PT, MN, parallelo; ita nempe, ut Radios utriuſque Priſmatis ABC, DEG, tendentes verſùs PT, & MN, pariter intercipiat, eóſque refringens aliò projiciat, quemadmodum ad *pt* & *mn*, adeò ut, quæ duobus Priſmatibus in priori ſpecimine facta ſunt, hìc videas facta tribus.

His ita paratis & conſtitutis, videbis imagines *pt*, & *mn*, ab invicem disjunctas eſſe, quæ priùs apud PT, & MN, fuerunt contiguæ & in directum poſitæ, ita quidem ut Purpura *m* in extremitate imaginis *mn* magis diſtet ab imaginibus primis PT & MN, quàm Rubor *t* in extremitate imaginis *pt*; id, quod nullo modo potuiſſet accidiſſe, niſi Radii, ad Purpuram generandam apti, aliquantò magis refringerentur ex Incidentiâ pari, quàm Radii generantes Rubedinem. Etenim, cùm Radii Coloris utriuſque pariter incidant in Priſma poſterius *abc*; pariter etiam emergerent, ſi æqualiter refringerentur; & exinde depingerent imagines *pt* & *mn* prioribus PT & MN parallelas & in directum jacentes. Dixi Radios utriuſque Coloris, (purpurei, rubeíque,) pariter incidere in Priſma poſterius *abc*; quod ne moram injiciat alicui, concipiendum eſt, quòd Radii FT tantùm inclinantur verſùs extremitatem ejus *c*, quantùm alteri *f*M verſùs extremitatem alteram *ab*, & ſic incident pariter, ſive ad eoſdem angulos, licèt non paralleli. Si quis tamen velit efficere, ut incidant etiam paralleli,

ralleli, nihil aliud agendum eſt, quàm ut alterum è Priſmatibus anterioribus ABC, vel DEG, circa ſuum axem paululùm convertatur, donec inter T, & M, interiores imaginum extremitates, tanta intercedat diſtantia, quanta eſt inter foramina F&*f*, ſive quanta iſti rei ſufficiens videatur; imaginibus ad iſtam diſtantiam in directum jacentibus; & Priſmate *abc* deinceps interpoſito, facilè percipiet, quòd incidentes parallelè, emergent inclinati, tum quòd imagines non ampliùs in directum jacebunt, tum quòd Purpura M ad majorem diſtantiam transferetur, quàm Rubedo T. De Radiorum Lucis Coloribus.

Si tria Priſmata non præſtò ſint, experimentum jam recitatum duobus experiri poſſit, ídque modo magis expedito & facili. Sit ABCDE (*Fig* 68.) Priſma, cujus unum latus planum ABDE papyro denigratâ tegatur, duobus parvis foraminibus F & *f* Luci perviâ, quorum foraminum ſitus eſto ad longitudinem Priſmatis tranſverſus. Tunc, Priſmate hoc ita diſpoſito, ut Radii permeantes iſta foramina terminentur in oppoſitum quoddam planum, puta, papyrum HI; transferatur iſta papyrus ultra citráque, donec videas imagines duas PT, & MN, contiguis extremitatibus in directum conjunctas, ut priùs; deinde, altero Priſmate *abc* interpoſito in ſitu ad alterum tranſverſo, videbis imagines illas PT, & MN, ad *pt*, & *mn*, ita tranſlatas eſſe, ut non ampliùs jaceant in directum, Rubedine *t* à T minùs remotâ, quàm Purpura *m*, ſicut in prioribus contingebat. TAB.XIV.

Eſt & aliud ex eodem fonte derivatum ſpecimen, haud expertu difficilius, aut minoris evidentiæ. Priſmate ABC, (*Fig.* 69) juxta foramen F, ut priùs, collocato, ad diſtantiam convenientem, (veluti duodecim pedum,) ſtatuatur aliud Priſma *abc* in ſitu tranſverſo, reſpectu prioris, vel fortè parallelo, aut alio quovis pro arbitrio; ita tamen, ut anterius Priſma ABC Lucem refractam & coloratam projiciat in aliquod ex planis lateribus *ac*; quod quidem latus obducatur papyro denigratâ, & exiguo foramine G per medium transfoſſâ, per quod aliqui ex Radiis ab anteriore Priſmate refractis tranſeant in hoc Priſma poſterius; ubi, cùm rurſus refracti fuerint, pergant ad papyrum HI ab TAB.XIV.

ab inde decem pedibus, vel pluribus, distantem. Quibus ita constructis & dispositis, in situ illo figantur papyrus HI, & posterius Prisma *abc*. Denique præ manibus sumatur anterius Prisma ABC, non ut moveatur è loco ejus, sed ut motu tantùm angulari nunc huc nunc illuc paululùm inclinetur, ut alios atque alios Colores successivè trajiciat per foramen G in oppositam papyrum HI; & videbis, quòd Color quilibet diversus ad locum diversum perget. Veluti, cùm ea sit positio Prismatis ABC ut rubeum Colorem projiciat in G, si ponatur, quòd ille ab altero Prismate *abc* refringatur ad T, tum, positione Prismatis ABC paululùm mutatâ, inclinando circa axem donec Purpura cadat in G, videbis, quòd ille Color juxta obliquiorem tramitem refringetur, puta, ad P; & pari modo, si Color aliquis intermedius incidat in G, idem refringetur ad locum ipsis P & T interjacentem. Quamobrem, cùm Radii cujuslibet generis pergentes à foramine F positione dato ad foramen G positione datum, & ideo similiter incidentes in Prisma posterius *abc*, refringantur ad loca diversa P, T, ceteráque intermedia, constat, quòd inæqualiter refringantur; &, cùm refractus GP observetur magis deflectere ab incidente FG, quàm refractus GT, constat, quòd Radii Purpuram exhibentes magis refringantur, quàm exhibentes Ruborem; ceteríque deinceps in ordine intermedio.

Siqua forsan oboritur suspicio, quòd ex motu Prismatis ABC foraminibus F, & G, interpositi, Incidentia Radiorum diversos Colores efficientium tantùm varietur, quantùm sufficiat ad varietatem efficiendam locorum P, T, &c., ad quos refringuntur, quamvis motus iste sit exiguus & ineptus huic effectui; tamen, ut suspicio illa prorsus eximatur, anterius Prisma ABC ad alteras partes foraminis F, Solem versùs, collocandum est, ut Radii incidentes in foramen G directè veniant à dicto foramine F: eo enim pacto, cùm foramina F, & G, positione determinentur, positio Radiorum per utrumque trajectorum determinabitur, eadémque accurata erit omnium Incidentia, quoscunque Colores exhibentium, & tamen diversicolorum Refractio non secus peragetur ad loca diversa P, T, &c., quàm modò explicui.

Ex

Ex abundanti denique placet alium recensere modum, quo hæc eadem tentari possint, ne copia desit experturis. Nimirum Radiis, ut priùs, per Prisma ABC (*Fig.* 70.) trajectis, ad distantiam quamlibet, puta, viginti pedum, adhibeatur Speculum planum quale IK, vel GH, quod eosdem versùs locum quemvis D reflectat, ubi per aliud Prisma LMN transmittantur denuo versùs *p*, vel *t*. His positis, si Speculum istud ita collocetur ad IK, ut rubrum Colorem reflectat, & notetur locus *t*, ad quem hi Radii tendunt postquam transiêre per Prisma LMN; deinde Speculum statuatur ad GH, ut violaceum, vel cæruleum Colorem ad idem Prisma LMN secundùm eandem Lineam PTD reflectat, & notetur locus *p*, ad quem isti etiam Radii à dicto Prismate LMN refringuntur; invenietur, quòd cæruleus Color, versùs *p* refractus, longiùs divaricabit ab incidentibus Radiis PTD, quàm rubeus, refractus versùs *t*: Atque adeò, quòd Radii, cæruleum generantes, majorem Refractionem patientur, quàm generantes rubeum. De Radiorum Lucis Coloribus. TAB. XV.

Cùm veritatem propositam sic fecerim stabilitam, hanc Propositionem concludam, adnotando connexionem & affinitatem, quam Coloribus & Refractionibus interesse dixeram; nempe, ex ostensis non solùm pateat, quòd diversa Colorum genera cum definitis gradibus Refrangibilitatis reciprocantur; sed & iisdem experimentis probatur, dari Radios diversè refrangibiles, & Radios diversè refrangibiles esse diversi Coloris; iisdémque probatur è contra Radios diversicolores esse diversè refrangibiles, & inde Radios diversè refrangibiles dari. Et scopus eorum, quæ in primis Lectionibus de dispari Refrangibilitate Radiorum edocui, quoad causas Colorum intelligendas, multùm illustratur, ut pateat, quòd una absque aliis dilucidè tractari nequeant.

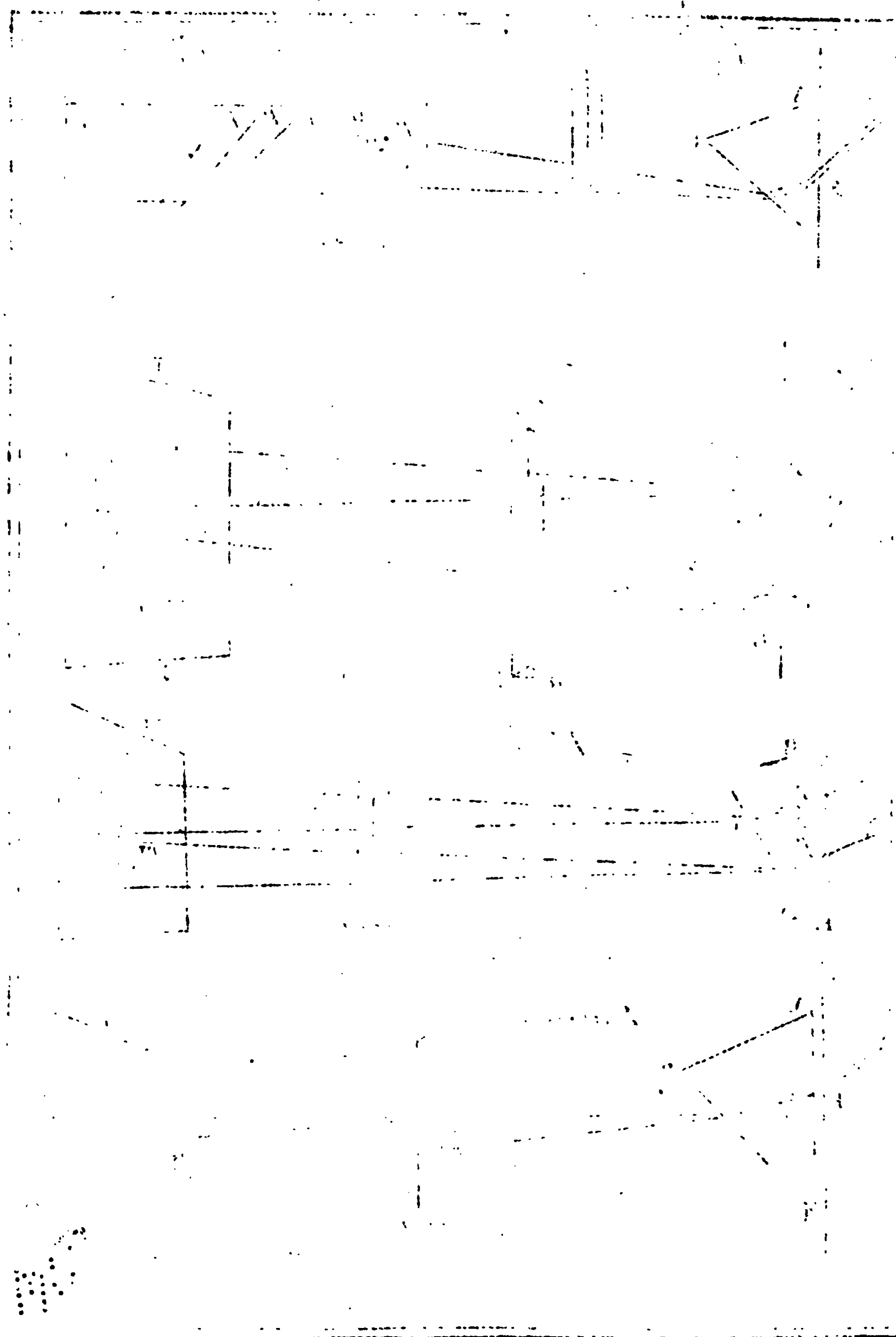
## PROP. II.

*Radiorum formæ, sive dispositiones colorificæ, non sunt Refractione mutabiles.*

Transactâ assertione, quòd diversicolores Radii sint diversè refrangibiles, & è contra; videamus, an cujuscunque Radiorum

Part II. Sectio I. seorsim spectati generis Color à Refractione mutari possit; & hoc à novissimè tradito experimento quadantenus decernitur. Scilicet, TAB. XIV. cùm extrema Purpura incidebat in foramen G (*Fig.* 69.), Radii secundâ vice ad P refracti Purpuram iterum exhibuêre, sine aliquâ Flavedine, Rubore, aut Viriditate exinde generatâ; &, cùm extrema Rubedo in G projiciebatur, eadem Rubedo in T absque violaceo, cæruleo, aut viridi emergente apparuit.

Sed experimentum nondum omnibus numeris absolutum est; nam, ubi Prisma *abc* non transversum, sed alteri Prismati ABC parallelum statuebatur, è Purpurâ cæruleus, & è Rubedine flavus eliciebatur, præsertim si non summæ Colorum extremitates per G trajiciebantur; cùm autem Viriditas trajecta fuit, Colores utrinque proximi, (cæruleus nempe, & flavus,) emersêre; & sic flavus citriúsque, Ruborem & Viriditatem, ac cæruleus, Viriditatem, & Purpuram præbuerunt: Eorum itaque reminisci oportet, quæ sub initio, de more quo oblonga hæc imago PT ex circulis in directum positis formatur, explicui; & inde constabit hosce Colores, non simplices esse, sed è plurium misturâ componi. Nam, concipe genus Radiorum æqualiter refrangibilium, & intensam Purpuram generantium, ab integro solari disco profluere, & per TAB. XV. Prisma versùs imaginem PT (*Fig.* 71.) trajectos, incidere in circulum AC. Deinde, aliud concipe Radiorum paulò minùs refrangibilium genus in alium circulum YZ, (qui priorem in G contingat,) incidere; & manifestum est, quòd nulli istorum generum Radii commiscebuntur; quippe, cùm circulos AC, & YZ, ex nullâ parte coincidentes occupant. Quòd si tertium Radiorum, intermediam Refractionem passorum, genus, in circulum EF, quasi in medio positum, incidere fingas, patebit aliquos ex istis cum utrisque prioribus in spatiis HI & KL misceri, in quibus nempe circuli ab illis illuminati coincidunt; atque ita, si concipias imaginem totam PT ex innumeris circulis in longum dispositis componi, quorum quilibet à diversis Radiorum generibus illuminatur, constabit, quòd in omni ejus parte Radii heterogenei commisceantur, quibus deinde per iteratam Refractionem magis segregatis, Color quilibet in simpliciores resolvi debet. Sic,



Sic, in viridi latet flavus, & cæruleus, qui tamen non conspiciuntur, tum, quòd viriditatem generantes, sive, (ut perspicuitatis gratiâ voces fingam,) viridiformes Radii propter copiam præpollent, tum, quòd flavus & cæruleus viridem componunt, sed quatenus per secundam Refractionem secernuntur, unusquisque sub propriâ formâ videbitur. Et sic in aliis. De Radiorum Lucis Coloribus.

His perspectis, periclitatus sum, quid è pluribus Refractionibus eveniret, hoc fretus consilio, quòd Colores iteratis Refractionibus plus plúsque mutari deberent, si modò à singulis quamlibet internam mutationem paterentur; contra verò, si non intrinsecus mutati, sed per divergentiam difformium Radiorum è misturis tantùm educti & segregati essent, tum apparentes mutationes iteratis Refractionibus minores fieri; propterea quòd Colores quâlibet vice simpliciores evaderent: & experienti posterior casus evenit. Scilicet, cùm Coloris per posterius Prisma *abc* trajecti, partem aliquam tertio Prismate ad distantiam aliquot pedum dispositio exceperim, Color ille denuo trajectus adeò perdurabat, ut, si ratione non constitisset mutationem aliquam eventuram fuisse, sensu judice haud mutari percepissem. Tentabam deinde, siquam quartâ Refractione mutationem sensibilem inducere potuerim, sed frustra. Interea cavendum est, ne foramina F, ac G, ceteráque, per quæ Lux transit, majora statuantur, quàm exigunt Colores, ut evadant perspicui.

Est & alia methodus, quâ diversi Colores ab invicem segregari possunt, ut in segregatis examen statuatur; scilicet experimentum sub initio traditum est, quo Solis imago PT, per contractionem cujusque circularis imaginis, oblongam illam efformantis, multò oblongior, quàm aliàs, evaserit. Nam, in contractâ imagine *pt*, (*Fig.* 72.) quæ totidem constat circulis, eadem centra retinentibus, quot sunt in majori PT, circuli minùs coincidunt. Sic enim AC, & EF, ex parte HI coincidunt; at, cùm in minores *ac*, & *ef*, contrahuntur, videre est, quòd ex omni parte ab invicem distant, & sic de aliis. Quamobrem, cùm circuli à diversis Radiorum generibus illuminati jam minùs confunduntur, Colores evadent minùs commixti, utut non fient TAB. XV.

 omni-

*Pars* II. Sectio I. omnino simplices, propterea quòd circuli inter *ac*, *ef*, cetérósque positi, cum illis ex aliquâ suâ parte possint coincidere. Sed hâc de causâ plures ejusdem cujusque Coloris gradus tantùm commisceri possunt, ut cyaneus & indicus, in cæruleo: coccineus, minius, & fortasse citrius in rubro, & sic de aliis. Quæ quidem mistura semper fiet eò minor, quò imago *pt* in angustiorem contrahitur.

TAB. XV. Disposui itaque Prisma ABC, (*Fig.* 73.) unà cum Lente LM ad distantiam quasi decem pedum à foramine F, per quod Sol illuxit cubiculum; & Radii, per hæc duo vitra trajecti, desideratam imaginem contractam *pt* ad pedes exinde decem, circiter, formabant; Lente LM existente tali, ut Radios parallelos ad focum quinque pedibus à se distantem cogeret. Deinde aliud adhibui Prisma HIK, cujus latus planum HI velamine nigro, ad *n*, (ut dictum est,) transfosso, tegebatur, & ad imaginem *pt* statui, ubi Colores, secundùm latitudinem, maximè contractos & distinctè terminatos vidi, ut eorum aliquis pro arbitrio transmitteretur per *n* in parietem, vel papyrum YZ. Quibus positis, observabam deinde, quòd Colores hoc modo multò minùs à repetitis Refractionibus mutati fuerint, quàm in præcedentibus. Cùm Rubor per *n* transmissus est, idem Rubor ad YZ apparuit, & non alius Color quispiam, demptis variis ejusdem gradibus, ut coccineo & minio: Et sic Viriditas in varios solummodo gradus discreta fuit, ex unâ parte vergens ad flavescentem Viriditatem, & ex aliâ thalassinum; sed in flavum aut cæruleum, aliumve Colorem quemvis, ex nullâ sui parte transformari potuit. Atque idem in aliis Coloribus contigit.

Observabam præterea, quòd, cùm foramen F factum erat angustius, ut, per imaginis *pt* majorem contractionem, Colores evaderent simpliciores, Colores ad YZ trajecti minùs adhuc mutati fuerint; & vix aliquam mutationem sensibilem passi fuisse videbantur, cùm foramina non latiùs duodecimâ parte digiti patuére; hoc tantùm excepto discrimine, quòd Lux apud *pt* fortior erat, (quia magis contracta,) quàm apud YZ. Atque adeò nil dubitandum esse censeo, quin Colores evaderent prorsus immutatabiles,

tabiles, si modò per indefinitam parvitatem foraminum F, & *n*, omnino in simplices discerni possent. Et hoc ex eo etiam confirmatur, quòd, cùm texi Lentem LM juxta perimetrum ejus velamine nigro, per medium ad latitudinem ferè semissis digiti circulariter pertuso, figura imaginis YZ penè orbicularis evasit; & eò magis orbicularis, quò magis foramen F contraxi. Id, quod notari vellem, cùm plurimùm illustret, causam imaginis TP in longitudinem diductæ non aliam fore, quàm Radiorum Coloribus dissimilium diversam Refrangibilitatem.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Ceterùm, quò propositum adhuc magis pateat, & ex abundanti ut constet, quinam sint Colores primitivi, adverto circulos AC, EF, YZ, ceterósque in alternas partes juxta lineam, quæ per omnium centra transit, maximè extendi, & ab invicem recedere, antequam attingant parallelas rectas AB & CD, quibuscum imago illa utrinque terminatur. Sic AC & EF, se mutuò secantes in H & I, recedunt postea, non omnino coincidentes in triangulis AHE & CIF. Colores itaque, juxta ipsissimas extremitates AB & CD, sunt omnino simplices. Et ex hoc fundamento propositum assequi possem, sed, cùm circuli illi, statim ut ab extremitatibus ipsis recedunt, inter se mutuò nimis interferantur, quàm ut Colores per aliquam sensibilem latitudinem satìs ad experimenta commodè instituenda segregentur; rem potiùs ad hunc modum assequar.

*Fig.* 71, 72. TAB. XV.

E præostensis constat, figuras, ex quibus in longum dispositis imago PT componitur, circulares esse propter Solis discum circularem; & inde, si discus ille triangularis esset, vel aliâ quâcunque non circulari perimetro terminatus, illæ etiam figuræ, vel triangulares, vel alio quovis modo ad instar Solis terminatæ evaderent. Et par est ratio de foramine F, & figuris ad instar istius foraminis, ex quibus in longum similiter dispositis imago *pt* constituitur. His animadversis, vice orbicularis foraminis F triangulare substituitur, cujus altitudo verbi gratiâ sit plusquam digiti, basis tertiæ, quartæve, partis digiti, & crura æqualia. Et, Prismate ABC ad trianguli hujus perpendiculum existente parallelo, imago *pt* (*Fig.* 74.) quadrilatera ex triangulis *caf*, *emh*, TAB. XVI.

Pars II. Sectio I.

*gni*, ceterisque infinitis multis efformata est, quibus, juxta bases in lineà *c d* positas, cum se mutuò partes maximè communicantibus, exinde ad usque ipsorum vertices recessio gradatim facta est, donec in verticibus ad rectam *a b* sitis penitus dissocientur; adeòque Colores ibi simplices evadunt.

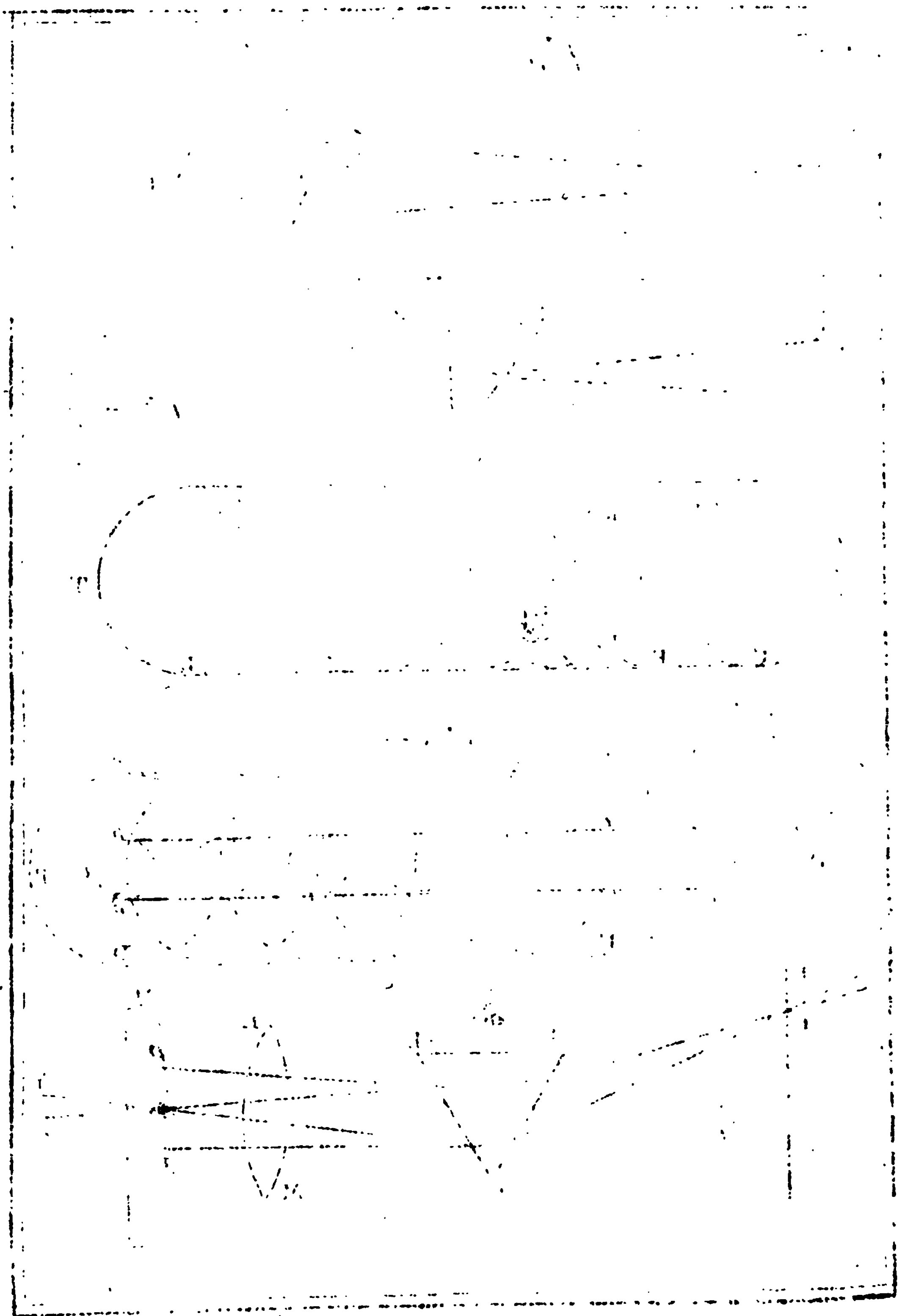
Jam verò observabam, quòd simplices, sive primitivi Colores, juxta terminum *a b*, etsi longè debiliores, tamen (sensu judice) ejusdem speciei apparuêre, ac compositi juxta terminum *c d*, cujus rei ratio est, quòd Color quilibet primitivus per commisturam Colorum utrinque confinium exhiberi potest, ut in sequentibus patebit. Colorum, verò quos hoc pacto primitivos esse constitit, gradus esse insigniores, coccineus sive purpureus, minius, citrius, luteus, sive heliocrysεus, subflava viriditas, gramineus, thalassinus, cyaneus, indicus, & ejusmodi Violaceus, qui ad usque extremitatem imaginis extendebatur, sed absque immistâ rutili alicujus fulgoris tincturâ apparuit, si modò cubiculum factum fuerit valde tenebrosum.

Observabam præterea, quòd Coloribus hisce juxta terminum *ab* conspicuis, non potui sensibilem speciei mutationem Refractionibus utcunque repetitis inducere. Quinetiam tentabam, si quo alio pacto mutare possem, quemadmodum reflectendo à corporibus diversimodè coloratis. Sed in eo frustra fui; nam, (superfluâ Luce quaquaversum penitus exclusâ,) si cæruliformes Radii in Aurum incidêre, illud Aurum cærulei Coloris evasit: si flaviformes in Indicum incidêre, flavescebat Indicum. Et sic in ceteris, adeòque hanc Propositionem satis, supérque, stabilem esse censeam.

## PROP. III.

*Colores albi & nigri, cum cinereis, sive fuscis, intermediis, ex Radiis uniuscujusque speciei confusè mistis generantur.*

Assertionis veritas è præcedenti Propositione manifesta est; nam Colores qui non sunt ex primitivis, (quales non reperiuntur jam recensiti,) per compositionem generari necesse est. At non gravabor



vabor tamen fusiùs probare; ídque potissimùm, cùm Lucem, cui Color albus competit, ex Radiis, quoad qualitates colorificas æquè ac Refrangibilitatem, heterogeneis componi, eáque de causâ albere, certissimè constat. Proponitur itaque jam monstrandum esse, quòd, cùm omnes omnino Colores, quos Prismata generant, debitè commiscentur, Albedo exinde resultabit; déque tali misturâ perfectè componendâ plures modos, eo quo cogitabam ordine, recensere animus est. De Radiorum Luci-Coloribus.

Ac primò rem aggressus sum cum pluribus Prismatibus ita dispositis, ut Colores eorum in eundem locum inciderent, & sic inter se miscerentur. Sint ABC, DEF, ac GHI (*Fig.* 75) tria Prismata juxta se situ parallelo ita disposita, ut alterum DEF sit alteris duobus ABC, & GHI, utrinque vicinissimis intermedium, in morem trium linearum conficientium capitalem literam græcam Ξ; & Lux per unumquodque Prisma liberè transiens, excipiatur in papyrum PT, pede uno, vel duobus, postpositam. Coloribus omnium Prismatum sic in ipsam PT projectis, convertantur Prismata circa proprios axes, & videbis Colores istos sibi invicem accedere, vel recedere. Quare convertantur, donec talis sit eorum situs, ut unius Prismatis ABC Rubor, & alterius GHI Purpura, vel Color indicus, cum Viriditate tertii DEF coincidant, sicut vides factum ad R; & ex istis Coloribus ita sibi commixtis Albedinem generari cernes, Colore purpureo & cæruleo juxta P conspecto; rubeo verò, & flavo juxta T, & albo juxta R ceteros intercedente. TAB. XVI.

Ceterùm in istis experiendis convenit observare sequentia. Primò, si anguli Prismatum planis refringentibus contenti, ACB, DFE, & GIH, sint inæquales, præstat, ut illud Prisma, cujus angulus GIH maximus est, ponatur versùs exteriorem partem anguli contenti Radiis incidentibus & refractis; & istud versùs interiorem, cujus angulus ACB est minimus.

Secundò, aperturæ, per quas Lux transmittitur trans Prismata, debent esse magnæ; imò convenit, ut transitus Luci per tota Prismata pateat, obstaculo nullo adhibito; neque opus est, ut experimentum in tenebris peragatur, sicut in aliis quamplurimis requiritur.

Tertiò

Pars II. Sectio I.

Tertiò, papyrus PT, in quam Colores incidunt, non nimis distare debet à Prismatibus: sufficit distantia pedum, plùs minùs, duorum. Has autem aperturas & distantiam statuo, ut Colores eò meliùs commisceantur ad Albedinem perfectiorem componendam.

Quartò, ut Colores ad R faciliùs etiam & satiùs commisceantur, Prisma ABC statuatur in situ quocunque tali, ut Radii, tum ingredientes, tum emergentes, Refractionem, præterpropter, æqualem patiantur, & in eo situ figatur. Et Colores ejus ad distantiam duorum pedum excipiantur, vel ad eam potiùs, ubi vides flavum ejus & cæruleum modò contiguos, Albedine intermediâ tum evanescente. Postea figatur aliud Prisma GHI in tali situ, ut Purpura ejus contingat Ruborem alterius ABC, non autem coincidat illi, & linea contactûs notetur. Deinde tertium Prisma DEF sic fige, ut ejus Colorum medietas cadat in dictam lineam contactûs; quod ubi contingit, facilè cognosces, intercipiendo Lucem cetera Prismata ingressuram. Denique papyrus PT ultra citráque transferatur paululùm, donec videas Albedinem perfectam in medio Colorum ad R generari. Quam quidem Albedinem ex variis Coloribus compositam esse constabit, intercipiendo Colores unius, duorumve Prismatum, priusquàm attingant papyrum; nam, loco Albedinis, eos, quos non intercipis, Colores intueberis.

Denique, si velis, ut Colores cujusque Prismatis perfectiùs, misceantur, possis adhibere plura Prismata, modò præsto sint; tamen eventus non deerit expectationi, si tria tantùm adhibeas. Etenim, Colores cujusque Prismatis seorsum spectati non sunt omnino simplices, sed viridis & rubeus nonnihil miscentur in flavo, & purpureus ac viridis in cæruleo, & sic de reliquis, quemadmodum in sequentibus ostendetur; & inde fiet, quòd cùm tria tantùm Prismata adhibentur, non solùm tres Colores, rubeus, viridis & indicus commisceantur in R, sed etiam cæruleus & flavus, unà cum omnibus eorum gradibus intermediis, istam Albedinis compositionem ingrediantur.

Verùm, cùm tot Prismata in situ tam accurato disponere, propter motum Solis & alia incommoda, difficile forsan & laboriosum

riosum simul inveniatur, nisi adhibeatur machina quædam eâ de causâ fabricata, ut ejus ope Prismata in desiderato situ figantur; alium propterea modum profero, quo ista negotio leviori, ídque unico Prismate, periclitari poteris. Sumatur papyrus, vel aliud opacum corpus attenuatum in morem laminæ; & in eo confodiantur oblongæ rimæ sex, aut plures, parallelæ, quarum latitudines sint æquales distantiis, aut iis paulò majores. Deinde papyrus ista figatur alicui ex planis lateribus Prismatis. Sit illud latus papyro obductum ACED, (*Fig.* 76.) & rimæ in papyro excisæ litteris *l* designentur, quarum situs esto parallelus ad EC, concursum laterum refringentium Prismatis, sive ad verticem ejus. Papyrus autem debet toti isti plano ADEC superindui, nequa Lux, alibi transmissa quàm per prædictas rimas, perturbet experimentum. Tum Prisma statuatur in Luce Solis, ut Radii ejus per dictas rimas id ingrediantur, vel, postquam refracti fuerint, per eas egrediantur; & in isto situ figatur. Quo facto, sumatur alia papyrus PT; quæ sic teneatur à posticâ parte Prismatis ad distantiam trium, duorumve, digitorum, ut in eam Lux terminetur; & videbis tot lineas Colorum, quot sunt oblongæ rimæ *l*, quarum linearum cuique tot competunt Colores, quot solent apparere virtute Prismatum. Nempe, quælibet rima subit officium unius è Prismatibus, experimento priori adhibitis, & proprios Colores, cæruleum, rubrum, ceterósque, generat quasi tot essent Prismata, quot sunt rimæ. Porrò, si papyrus PT longiùs differatur à Prismate, coloratas istas lineas paululùm dilatari cernes, & interjecta spatia minui, donec absorbeantur à Coloribus tandem factis contiguis. Et, si papyrus adhuc longiùs differatur, Colores à diversis rimis effecti, rubri cum cæruleis primò, deinde alii cum aliis, incipient plùs plùsque misceri; & sic sese paulatim diluent, donec, cùm mistura satis absoluta est, convertantur in Albedinem, præterquam in eorum extremitatibus P ac T, ubi mixtura & confusio ferè nulla est. Et isthæc accidunt, cùm papyrus PT quasi ad distantiam decem, vel duodecim vicibus majorem ipsâ AC, vel BC, latitudine planorum Prisma constituentium, amovetur. Quòd si amoveatur adhuc longiùs, absimilium Radio-

De Radiorum Lucis Coloribus.

TAB. XVI.

rum commiſtio perfectior fortaſſe evadet, ſed Colores purpurei & cærulei ad P, ac flavi ac rubri ad T, latiores fient, & interjectum ſpatium album minuetur, donec totum deſtruatur ab iſtis Coloribus occupatum.

In hiſce autem experiendis cavendum eſt, ut oblonga foramina *l*, ſint accuratè æqualia, & æqualibus diſtantiis ab invicem diſſita, ne, Luce magis copioſâ per aliquod ingreſſâ quàm per cetera; Colores exinde generati prævaleant ceteris, & miſturam perfectam conturbent; & ſic, vice Albedinis, Colores apparebunt hinc illinc more fortuito ſparſi. Illa verò diſtantia rimarum *l*, ut & earundem latitudo, non malè ſtatuitur eſſe pars digiti, circiter, duodecima, aut eâ major fortè, ſi Priſma ſatis amplum adhibeas. Quinetiam, ſi cupias, ut experimentum ſit omnibus numeris abſolutum, vice Priſmatum vitreorum vulgò venalium, (quæ ſunt nimis gracilia,) debes amplioribus uti, qualia poſſis efficere ex laminis vitreis utrinque perpolitis, & conjunctis in morem vaſculi priſmiformis; quod vaſculum impleatur aquâ clariſſimâ, & undique cemento obturetur. Non multùm refert, quænam ſit hujus latitudo; ſufficit, ut ſit trium digitorum. Sed refringentia latera debent eſſe quatuor, vel ſex digitos lata, aut ampliùs, ut rimæ præfatæ *l*, cum diſtantiis earum, fiant majores & plures & magis accuratæ. Sin utaris anguſtioribus, qualia vulgò venduntur, Colores externi juxta P ac T dilatando priùs deſtruent interjectam Albedinem, quàm perficiatur per remotionem papyri PT. Et illa præterea, quæ in totum conſtant ex vitro, Colore aliquo, vel viridi, vel flavo, plerumque tinguntur; & Radios ita tingunt in tranſitu, ut Albedinem perfectam exhibere nequeant.

Jam verò audire videor objectionem, ex receptis Philoſophorum opinionibus depromptam. Dicat enim aliquis, quòd Colores, revera & propriè loquendo, non miſcentur, ſed deſtruuntur potiùs; ídque eâ de cauſâ, quòd umbræ vicinia, quæ neceſſaria eſt ad productionem Colorum, tollitur, cùm Radii per diverſas rimas trajecti commiſceri incipiunt; & propterea, quòd, Radiis ſic mixtis, quorum motus inter ſe diſſentiunt, neceſſe eſt, ut iſti mo-

motus destruant alterutros, quibus cessantibus, Color omnis perit, & in Albedinem convertitur. Sic Cartesianus aliquis contendat fortè, quòd, cùm globuli miscentur, quorum rotationes contrariantur sibi, necesse est, ut impediant sese, & alternos motus destruant. Et sic alii objiciant alia. De Radiorum Lucis Coloribus.

Sed, responsio multiplex in promptu est; & imprimis inquam, quòd, cùm umbræ Coloribus interjectæ primùm evanescunt removendo papyrum PT, Colores tamen non ideo pereunt, neque minimùm immutantur, donec incipiunt misceri per remotiorem distantiam papyri; & Albedo non producitur, donec per distantiam adhuc remotiorem, mistura Radiorum omnis generis evadat perfecta. Unde confinium umbræ non est necessarium ad Colores producendos, neque Albedo generatur ex isto sublato.

Secundò, Colores, qui primò omnium miscentur, nimirum purpureus, sive violaceus, & rubeus, videntur maximè esse omnium dissimiles, propterea quòd adversas Colorum extremitates occupent. Quamobrem itaque motus eorum contrarii non destruunt sese, neque Color albus generatur, antequàm ceteri etiam Colores omnes miscentur.

Tertiò, cuique licet observare, idque nullo negotio, quòd Colores non omnino mutantur, trajiciendo Radios per medium quantumvis luminosum: sic Colores Prismatum sunt iidem, sive trajiciantur per spatium illuminatum, sive tenebris involutum; & res omnes eodem modo coloratæ cernuntur, sive conspiciantur cùm Lumen Solis trajiciatur per intermedium spatium, sive cùm excludatur; id, quod secus esset, si Lux in Lucem per idem medium transeuntem posset agere. Quinimo, si Radii duobus Prismatibus refracti sese decussent, postquam ab invicem discreti sunt, eosdem Colores efficient, quos alias efficerent, si non omnino miscerentur. Id, quod non posset evenire, si Radii diversis Coloribus tincti sibi mutuò per eadem spatia transeuntibus mutationem aliquam inducerent.

Quartò, cùm in illâ distantiâ papyrum PT fixeris, ubi Colores Albedinem optimè componunt, statuatur alia papyrus YZ ad distantiam duorum, vel trium, digitorum à Prismate, & in

Part II. Sectio I.

eà notentur lineæ coloratæ, tum exſcindantur iſtæ partes papyri, in quas dictæ lineæ cecidêre; factis, eo pacto, rimis oblongis v, v, v, v, v, v, parallelis & æqualibus, ut & æquè latis ac diſtantibus: deinde papyrus iſta YZ in locum ſuum reſtituatur tres digitos, circiter, à Priſmate diſtantem, ut per rimas ejus Lux colorata trajiciatur ad alteram papyrum PT longinquiorem; quo facto, poſſis obſervare, quòd, ſi parùm deprimas papyrum YZ, ut purpureos Colores & cæruleos ſuperioribus labris rimarum ejus impingentes intercipiat & tranſmittat ceteros, Albedo ad papyrum PT convertitur in rubeum Colorem, aut citrium, vel flavum: ſin attollas eam, ut rubei & flavi labris inferioribus intercipiantur ceteríque perlabantur, Albedo iſta convertitur in purpureum, indicum, & cæruleum; perinde ut fieri oportet in mixturâ Colorum; nam, unis è mixturâ ſublatis, alteri debent ad propriam ſpeciem & formam reſtitui.

Quintò, papyro YZ ſublatâ & reliquis ſtantibus, papyrum alteram PT in meditullio Albedinis acu perfora, ut Lucis ejus alba portiuncula trajiciatur, quam deinceps accipe in aliam papyrum, iſti PT ad diſtantiam quatuor, vel ſex, digitorum poſtpoſitam, &, vice Albedinis, Colores iterum apparebunt. At, quomodo Colores illi de novo generari potuiſſent, ſi deſtruerentur in productione, potiùs quàm miſcerentur, non video. Concedendum eſt itaque, quòd tantùm miſcentur, & quòd Radii variis Coloribus tincti, & promanantes à diverſis rimis $l$, $l$, decuſſant ſeſe in dicto foramine acu effecto; &, poſtea divergentes ab invicem, gradatim ſegregantur, & ſegregati proprios iterum Colores depingunt, quemadmodum poſthac fuſiùs explicabitur. Ad eundem præterea modum, ſi Speculum aliquod planum & exiguum K ſtatuas in medio Albedinis, ad PT papyrum effectæ, ita quidem, ut aliquos ex albificantibus Radiis alioſum, veluti ad $pt$, reflectat; Lux alba ſic reflexa degenerabit in Colores, quos videre eſt ad $pt$ papyrum objiciendo. Etenim, Radii tincti cum diverſis Coloribus, & in Albedinem ad Speculum K commiſti, inclinantur ad ſe invicem; propterea quòd adveniunt à diverſis fiſſuris $l$, $l$, $l$, $l$, $l$, $l$. Atqui tantùm divergunt à Speculo, poſtquàm reflectuntur,

tuntur,

tuntur, quantùm antea convergebant. Divergentes itaque paulatim dissocientur, ac dissociati proprios Colores non secus exhibebunt, quàm si nunquam fuissent commisti. Liquet ergo, quòd in misturâ Radiorum diversicolorum dispositiones ad efficiendos varios Colores non destruuntur, utut Albedinem exhibeant, dum commiscеantur sibi. De Radiorum Lucis Coloribus.

Ad hæc, lamina K, si valde obliquetur ad Radios in ipsam incidentes, non ampliùs alba apparebit, sed, vel cum rubeo, vel cæruleo Colore imbuta, prout, vel versùs verticalem angulum, vel versùs basin Prismatis inclinatur; id, quod nullo modo accideret, si alba Lux, quâcum illuminatur, homogenea esset; quandoquidem alba & specularia corpora reflectendo Lucem, non mutant Colorem ejus. Sed hoc ex eo evenire fatendum est, quòd in Speculum, quando incidentibus Radiis admodum obliquatur, pauciores ex obliquioribus Radiis in illud incidant, inque reflexâ Luce major sit copia Radiorum minùs obliquorum, qui proinde prædominantur, & proprium Colorem ostendunt, quem non possent exerere, si, ad Albedinem Lucis incidentis producendam, non tantùm cum aliis Coloribus miscerentur, sed revera transmutarentur in uniformem Albedinem. Ceterùm nota, quòd in isthoc experimento faciendo, præstat laminam non perpolitam, sed superficie nonnihil asperâ, (qualis est nummi argentei, vel chartæ, &c.,) præditam adhibere.

Præterea, vulgo notum est, quòd ex pulveribus diversicoloribus inter se commistis novus Color emergit; tamen, si pulveres isti inspiciantur Microscopiis, omnes videntur tincti propriis Coloribus. Adeò ut, ex misturâ pulverum, Colores proprii non destruantur, sed permiscendo tantùm Color novus eliciatur. Verùm iidem planè Colores ex misturâ Colorum Prismatum ac pulverum producuntur. Sic, pulvis cæruleus cum flavo mistus producit Viriditatem; & eadem Viriditas etiam producitur ex misturâ Radiorum tinctorum cum cæruleo & flavo; & proinde non dubium est, quin Colores novi ex coalescentibus Prismatum Coloribus, non factâ assimilatione sed misturâ tantùm, similiter oriantur. Ceterùm, ut nullum dubitandi locum relinque-

Cc 3 rem,

Part. II. Sectio. I.

rem, effeci, ut pulveres Colorum principalium, quos Prismata generant, rubei, flavi, viridis, cærulei, & purpurei, in proportione certâ miscerentur; &, licèt Albedo perfecta non prodibat, tamen isti Colores ad sensum periêre, & quoddam genus Albedinis fuscum & obscurum, sive mediocre inter Albedinem perfectam & Nigredinem, producebatur: Quod nostro proposito non minùs inservit, quàm si Albedo perfecta prodiisset; quandoquidem fuscus ille ab albo perfecto tantùm differt quantitate Lucis, non autem specie Coloris; ut exinde pateat, quòd producitur ex albo cum Nigredine contemperato. Neque expectandum est, ut mihi videtur, alium quàm fuscum Colorem è tali pulverum misturâ generari. Nam, cùm pulveres colorati intromittant maximam partem Lucis, istam ferè solam reflectentes, quæ apta est ad exhibendos proprios Colores, ut ostendetur postea; eorum mixtura maximam quoque partem Lucis intromittet. Unde, pro Albedine perfectâ, talis Color generandus est, qualis efficitur ex Albedine & Nigredine mixtis, id est, fuscus. Attamen non eo inficias, quin tales fortè pulveres inveniantur, præsertim inter mineralia, qui tantum Lucis reflectant, ut mixti exhibeant Albedinem perfectiorem, quàm hactenus vidi ex mixturis effectam. Ceterùm, quòd pulveres Coloribus tantùm quinque præcipuis tinctos miscebam, non ideo cogitandum est Albedinem ex quinque solis productam fuisse, sed ex omnigenis. Nam, in omnium corporum Coloribus alii latent principalibus commisti, licèt minùs fortes, ut à principali separati non cernantur; sic, in cæruleo pulvere latent cyaneus & indicus aliique gradus omnes usque ad viridem, aut flavum fortassis ex unâ parte, & ad intensum purpureum ex alterâ; utut cæruleus solus appareat, quòd sit ceteris longè copiosior.

Experientiis hisce admonitus in mentem præterea revocabam, quòd corpuscula, quæ conspiciuntur in Radiis solaribus huc & illuc volitantia, varios Colores exhibent, modò quisquam ea diligenter observet in cubiculo quaquaversum Luci occluso, præter unicum foramen, per quod illuminantur; & tamen, cùm isti pulvisculi in acervum congregantur, nullus omnino Color apparet, præterquam fuscus.

Non

Non minùs apposita est observatio, quòd, cùm aqua, sapone in eâ soluto, paululùm inspissata & in spumam, agitando, conversa fuerit, postquam paululùm constitit spuma, in singulis bullulis, ex quibus conglomeratis efformata est, innumeri omnis generis Colores acutiùs inspicienti apparuêre; & tamen spuma, ad tantam distantiam spectata, ubi Colores in singulis bullulis ab invicem distingui nequibant, apparuit perfectè candida. De Radiorum Lucis Coloribus.

Patet itaque Colores Prismatum revera non destrui ad Albedinem producendam, sed commisceri tantùm; quandoquidem emergunt immutati, cùm Radii coeuntes decussavêre, &, per subsequentem divergentiam, iterum dissociantur; & proprios etiam Colores exhibent, cùm aliqui copiosiùs, quàm ceteri, reflectuntur. Atque subalbus Color è misturâ pulverum, omnigenis Coloribus præditorum, ut & Albedo perfectior è diversicoloribus bullulis, sine aliquâ congredientium Colorum mutatione, similiter emergat. Ad hæc, cùm rei dignitas postulare videatur ut nullus non moveatur lapis, præter modos præcedentes componendi Albedinem, lubet adhibere tertium, & quartum deinde, quò faciliùs prædicta experiri possis, & magis fortè cum evidentiâ.

Posito, quòd Sol illuceat obscurato cubiculo per unicum tantùm foramen F, (*Fig.* 77.,) cui Prisma ABC affigitur, ingressam Lucem refringens ad PT. Juxta Colores in papyrum PT sic projectos, teneatur alia papyrus Z, ut illuminetur à coloratâ Luce, quam altera papyrus PT reflectit. Quo facto, papyrus Z sic illuminata Radiis omnium Colorum à PT confusè reflexis, apparebit alba. De hoc autem specimine maximè luculento & facili juvabit observare sequentia. TAB.XVI.

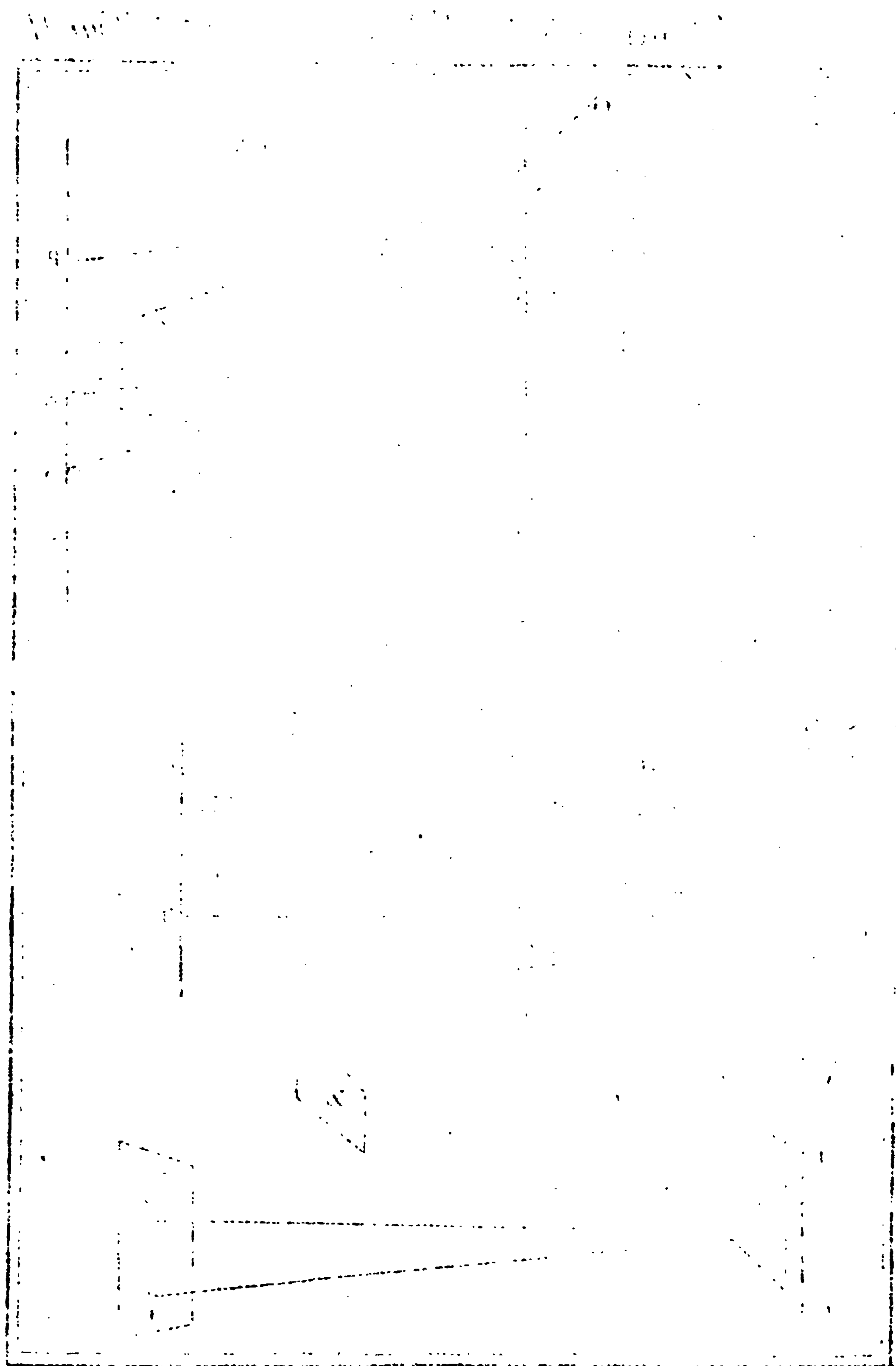
Primò, quòd, auferendo papyrum PT, ne Lucem ampliùs ad Z reflectat, è consequente defectu Lucis in Z cognoscas eam illuminari per solam Lucem coloratam à PT reflexam.

Secundò, si papyrum Z ipsi PT valde vicinam teneas, ut una pars ejus magis illuminetur ab unc Colore, & alia ab alio, ipsa Z non apparebit alba, sed ejus partes ab omnibus Coloribus istis tingentur, quibus sunt viciniffimæ. Sin ipsa Z ad majorem à PT distantiam transferatur, ut omnes ejus partes æqualiter ferè

Pars II. Sectio I. ab omnibus Coloribus illuminentur, ex illâ Colorum mixturâ generabitur Albedo. Pari ratione, si quemlibet è Coloribus ad papyrum PT tendentibus intercipias, ne reflectatur ad Z, illud Z non ampliùs albescet, sed evadet coloratum, pro mixturâ, quam ceteri Colores in ipsam PT prolapsi componunt.

Denique, quòd Albedo illa Z, non destruendo Colores, sed tantùm miscendo, generatur, exinde pateat, quòd Colores PT cernuntur beneficio Radiorum non secus Oculo mixtim incidentium, quàm papyro Z. Itaque, si Colores destruerentur potiùs, quàm miscerentur ad Z, etiam destruerentur ad corneam tunicam Oculi, vel pupillam, ubi tamen certissimum est, quòd misceantur tantùm, ut decussantes postea divergant ad varias partes retinæ, & sic excitent phantasmata propria. Quinimo, si Radii tincti cum diversis Coloribus, dum per eadem spatia confusè transeant, possent inter se invicem agere, & dispositiones mutare, quas quilibet habent ad expingendos proprios Colores; omnes omnium rerum Colores conturbarentur, & se mutuò transmutarent, dum per aera transmittuntur: ubique scilicet Radiis aliorum corporum omnigenis Coloribus tinctorum occurrentes, & sic in Coloribus visibilium nulla esset certitudo, constantia nulla.

TAB. XVII. Quartum præterea modum descripturus, quo Colores in Albedinem misceri possint, pono ABC, (*Fig.* 79.,) esse Prisma foras ante foramen F dispositum, quod refractam Lucem in obtenebratum cubiculum transmittit versùs MN. Tum Lentem MN convexam sume, cujus focus est ad distantiam semipedis, vel pedis unius, duorumve, (quale est objectivum vitrum Perspicilli bipedalis,) & eam statue paulò plùs distantem à foramine F, quàm focus distat à se; ita scilicet ut Lux colorata per eam deinceps trajiciatur, sicut videre est in schemate: sit autem ejus latitudo, sive apertura, tanta, ut omnes Radios transmittat. Deinde, cùm Lentem in dicto situ stabilitam feceris, ponè statuatur papyrus PT, in quam Radii hi refracti terminentur, eámque primò colloca proximè ad Lentem, deinde ad majorem distantiam continuato motu transfer; & videbis Colores purpureum P, rubeúmque T, contrahi, & eousque minui, dum omnes convertantur in Albedinem, puta,



puta, ad X, quatuor, vel ſex pedes, aut longiùs fortè diſtantem à Lente, pro convexitate ejus, vel poſitione. Deinde, ſi papyrum adhuc longiùs transferas, Colores iterum emergent, ſed in ſitu contrario, rubeo ad $\tau$ conſpecto, & purpureo ad $\pi$; neque ulla inter eos ad P T, & $\pi\tau$, differentia intercedit, præterquàm quòd ſitus ſit contrarius. Scilicet, à Lente M N effectum eſt, ut omnes Radii radiantes ab aliquot punctis foraminis F, in totidem iterum punctis congregentur ad papyrum X; & ſic omnes omnium ſpecierum, tum Purpuram ad P, tum Rubedinem ad T, tum alios alibi Colores efficientium, convergunt ad X, & ibi confuſè miſcentur ad Albedinem generandam, de quâ imagine albâ & orbiculari, monebam ſupra. Poſtea verò, cùm ſeſe decuſſavêre in X, Radii P X tendunt ad $\pi$, & T X ad $\tau$, adeò ut Colores expingantur ad P, & $\pi$, per eoſdem Radios p $\pi$, & iidem ad T, & $\tau$, per eoſdem T $\tau$, & ſic de aliis. Unde liquet iterum, quòd diſpoſitiones Radiorum diſſimilium ad diverſos Colores producendos non deſtruantur per eorum mixturam; quandoquidem eoſdem expingunt, cùm ſegregantur, quos ante mixturam expingebant.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Porrò, ſi Radios cujuſvis Coloris intercipias, interponendo aliquod corpus opacum prope Lentem M N, & ceteros facias miſſos, videbis non modò Colores interceptos è papyris P T ac $\pi\tau$, tolli, ſed & Albedinem X deſtrui, & ejus vice Colorem aliquem, qualis efficitur per mixturam Radiorum præterlabentium, generari. Sic, ſi Radios intercipias oſtendentes rubeum ad N, Rubedo T, ac $\tau$, tolletur, ac Albedo X convertetur in cæruleum. Vel, ſi ſiſtas tum rubeum ad N, tum purpureum ad M, & intermedios flavum, viridem, & cæruleum præterlapſos mittas, ex eorum miſturâ Viriditas producetur ad X. Et ſic, prætermittendo quos velis, & ſiſtendo alios pro arbitratu, poſſis experiri mixturas quaſlibet, & explorare qui Color inde generabitur, modò pretium laboris experientiam illam judicaveris.

Verùm, cùm experimenti hujus dignitas videatur exigere, ut ſummâ cum diligentiâ retegatur & penitus explicetur, dum plura de Coloribus ſimul complectitur & exhibet, quàm in unico tan-

Pars II. Sectio I. tùm experimento solent latere ; non gravabor modum copiosiùs ostendere, quo Radii miscentur ad X, & nonnulla postmodo scitu non indigna patefacere. Itaque, concipiantur tales Refractiones in Prismate fieri, ut Radii incidant in varios circulos ad lentem MN, qui varios gradus Refractionis patiuntur, prout explicui in præcedentibus, sitque PQRST, (*Fig.* 79.,) oblonga imago, composita ex præcedentibus circulis & in Lentem projecta, quorum circulorum extremi duo sunto PQ purpureus, & ST rubeus. Porrò, sit $fFf$ diameter foraminis, per quod Lux in Lentem trajicitur ; cujus foraminis punctum aliquod, ut F, primò consideremus, à quo venientes Radii dictos circulos PQ, ST, totámque imaginem PT efformant: & præterea, cùm Radii, eundem quemlibet circulum efformantes, sint homogenei, ponatur, quòd Lens sit tali figurâ prædita, ut eos omnes ad eundem illum circulum, (puta, rubeum ST,) pertinentes, versùs punctum quoddam Z exactè refringat ; quod fieri posse per Lentem convexis hyperbolis terminatam, ut & per Lentes aliter formatas, Cartesius in *Dioptricâ* & *Geometriâ* edocuit. Est itaque Z focus Radiorum FS, FT, & ceterorum uniformiter rubeorum, & recta FZ ducta erit axis Lentis. Præterea, cùm Radii FP, FQ, ceteríque conficientes alterum extremum circulum PQ, Colorem purpureum ostendant, & propterea magis refringantur quàm alteri tendentes ad ST ; illi ideo emergent ad punctum quoddam aliquantò propinquius quàm Z, veluti ad Y, ut ii facilè percipient, qui norunt focos Lentium esse tantò propinquiores sibi, quantò major est earum vis refractiva. Liquet itaque Radios in Coloribus & Refractionibus absimiles ad diversos focos convergere. Sed, cùm eadem Lens pluribus focis haud queat aptari, & ideo, cùm Z supponatur focus, in quem omnes Radii, ad circulum rubeum ST pertinentes, exactè conveniant, Radii pertinentes ad alterum circulum PQ purpureum, omnes in ejus focum Y exactè convenire nequeunt ; attamen eorum concursus juxta Y in axe tam proximè accuratus erit, ut, quoad sensum & experientiam omnem, habeatur pro accurato.

TAB. XVII.

Quin-

Quinetiam, si Lens MN ponatur sphæricè convexa, ut neuter focorum Y, vel Z, strictè loquendo, possit esse accuratus; tamen, quantum ad præsentia spectat, pro accuratis habere liceat. Itaque concipiendo, quòd Radii manantes à PQ, & ST, convergant ad Y & Z & ibi decussantes divergant itidem; patebit, quòd hi duo Radiorum penicilli concurrent, & miscebuntur in spatio focis Y & Z intermedio, veluti ad *t*, modò Lentis centrum R ponatur intermedium circulis PQ, & ST. Ad eundem modum Radii ceterorum generum convergent in alios focos ipsis Z & Y intermedios, ac tantò propinquiores ipsi Y, quantò major est eorum passio refractiva. Sic, focus viridiformium Radiorum cadet in medio spatio, veluti ad X; Radiíque cæruliformes convenient citiùs inter X & Y, & flaviformes longinquiùs inter X & Z; ac ceteri Colores intermedii in spatiis intermediis, eorúmque penicilli sese decussabunt ultra citráque locum *t*; ita tamen ut istæ decussationes sint eò densiores, quantò sint ipsi *t* viciniores, & ut spatium X*t* sit minimum, per quod omnes Radii transeunt manantes ab eodem puncto F. Non dissimili modo, Radii venientes ab alio quovis puncto foraminis, ut *f*, si sint rubriformes, convergent ad *z*; sin purpuriformes ad *y*; & ad intermedium aliquod punctum, si sint intermedii generis; & eorum concursus densissimus erit in loco medio, veluti *xl*. Atque adeò, ex Radiis ab integro foramine *f*F*f* manantibus, foci maximè refrangibilium jacebunt in superficie *y*Y*y* ad Lentem proximâ; & foci minimè refrangibilium jacebunt in aliâ superficie *z*Z*z* à Lente remotissimâ; focíque mediocriter refrangibilium jacebunt in aliis intermediis superficiebus. Et sic omnes omnium Radiorum foci totum spatium *yzzy*, à superficiebus istis integratum, occupabunt, & in eo præcipuè penicilli decussabunt & commiscebuntur.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Jam ex hâc descriptione venit observandum, quòd si papyrus HI teneatur in medio dicti spatii *yzzy*, ut in eam Radii terminentur, ubi est densissimus eorum concursus & mistura ad Albedinem generandam perfectissima, Radii viridiformes tendentes ad focos in papyro sitos, in eam incident intra literas *xx*. Sed rubriformes venientes ab ST, ac tendentes ad focos in superfi-

 cie

Pars II. Sectio I. cie *zZz* ſitos, ut dictum eſt, incident in papyrum intra literas *ll*, paulò viciniùs ad I. Et pari modo, purpuriformes incident in eundem locum *ll*, dum tendunt à PQ ad focos ſitos in ſuperficie *yYy*. Ceteri autem Radii cadent in alia ſpatia inter *xx* & *ll* mediocria, ipſiſque *xx* tantò viciniora, quantò foci eorum minùs abſint à papyro. Liquet itaque, quòd totum ſpatium *xXtl* non debet albeſcere, ſed pars ejus tantùm media inter literas *x* & *l* interiores ſita, ubi ſcilicet Colores omnes commiſcentur. Etenim, in extremitate *x* verſùs H Radii viridiformes cadunt ſoli, qui proinde tingent extremitatem iſtam cum Viriditate. Ad alteram autem extremitatem verſùs I, nulla miſcetur Viriditas, ſed Purpura tantùm cum Rubore. Qui dicta perpendet etiam facilè concipiet, quòd, cùm papyrus paululùm transferatur ultra citráque, Colores alii, præter Viriditatem, apparebunt ad extremitatem imaginis verſùs H. Sic videlicet, inter P & *y*, purpureus apparebit extrinſecùs; inter *y* & *x* cæruleus; & viridis ad *x*; deinde flavus inter *x* & *z*; ac rubeus denique ad *z*; & poſtea perpetuò. Ad alteram autem imaginis extremitatem verſùs I ſitam, rubeus erit extimus à T uſque ad *l*, ubi commiſcetur Purpuræ: Quæ quidem mixtura dat pallidum quendam Colorem, nunc ad rubeum nunc ad cæruleum, nonnihil vergentem, pro variâ proportione miſtorum; at ultra *l*, Purpura ſemper conſpicietur. Ceterùm, cùm diſtantia inter *y*, & *z*, valde parva ſit, & multò magis diſtantia inter X & *t*, ſive *x* & *l*, hoc eſt, latitudo limbi colorati, propter ſummam ejus exilitatem, conſpectui vix patebit, ſed totum ſpatium *xXtl*, niſi acriùs obſervanti, apparebit album.

Cùm hæc advertiſſem, experiebar deinde an reſponderent præconceptis; &, licèt malè ſucceſſit primò, dum utebar anguſtâ Lente, poſtea tamen, cùm adhibui Lentem eâ de cauſâ latiorem, ut angulus XY*t*, ſive *xyl*, & inde *xl*, ſive X*t*, hoc eſt, latitudo dicti limbi colorati fieret major, quod optabam evenit. Adhibeatur igitur Lens, cujus latitudo, ſive apertura, ſit trium digitorum, aut major eo, foci autem longinquitas, pro lubitu, pedum trium, vel quatuor; tum ea collocetur ad diſtantiam

ſex,

ſex, vel octo, pedum à foramine $fFf$, ut Colores PQRST, in eam prolapſi, uſque ad extremitates ejus extendantur, nullis tamen præterlabentibus. Deinde papyrus HI ponè collocetur, & transferatur ultrà citráque; & ad extremitatem imaginis verſùs H videbis omnes Priſmatum Colores à Purpurâ ad Rubedinem uſque gradatim ſucceſſivos. Sed, ad alteras imaginis partes verſùs I, inter Purpuram ad $z$, & Rubedinem ad $y$ conſpicuam, neque Viriditas, neque alius quiſquam ex intermediis Coloribus apparebit, niſi fortè qui ſinit ex rubeo & purpureo mixtis; quemadmodum ex eo cognoſcas, quòd, cùm intercipis extremitatem Purpuræ, ope corporis opaci juxta Lentem ad P interpoſiti, ille limbus imaginis verſùs I fiet rubeus; ſin extremitas Rubedinis ad T intercipiatur, limbus idem fiet purpureus. Et hinc eſt, quòd tranſitus à Purpurâ ad Rubedinem ex hac parte imaginis fiet multò celerior, quàm ex alterâ verſùs H, ubi Colores omnes interveniunt. Ceterùm, cùm dictorum Colorum latitudo tam exigua ſit, (ſcilicet haud major centeſimâ parte digiti,) ut, niſi vitra ſint bene polita & à venis libera, & inſuper experientis diligentia & curioſitas ſolito major, fortè excidet propoſito. Quamobrem, in majorem evidentiam rei & experiendi copiam, addo, quòd, ſi Microſcopium ſumas, atque ita diſponas, ut papyrum aliquam affixam laminæ, ſuper quam objecta collocantur contemplanda, diſtinctè amplificet, dein ita ſtatuas, ut imago lucida $xXtl$ incidat in iſtam papyrum, Colores in ejus limbo ſic ampliatos videbis ſat manifeſtos. De Radiorum Lucis Coloribus.

Verùm, cùm miſtura Radiorum, quoad Colores diſſimilium, non ſit adeò perfecta in hoc ſpecimine, quin ut è Coloribus aliqui in extremitate Albedinis appareant, (licèt tam exigui, ut incautus fortè non advertat;) placet inſuper obſervare, quòd, ſi vice Lentis refractoriæ Speculum concavum accuratè formatum & perpolitum adhibeas, dicta miſtura fiet omnibus numeris perfecta. Etenim irregularitas illa, quâ Refractiones ita perturbantur, in Reflexionibus nulla eſt; ſed Radii, quoſcunque Colores depingentes & utcunque refrangibiles, ad eoſdem tamen angulos reflectuntur, in quibus incidunt. Quamobrem, ſi MN (*Fig.* 80) ſit Speculum TAB. XVII.

 ellip-

Pars II. Sectio I. ellipticum, cujus foci sint F & X, Radii omnes à puncto F manantes, cujuscunque sint generis, sive Purpuram ad P, sive Rubedinem ad T, sive alios alibi quoscunque Colores ad Speculum exhibentes, omnes accuratè conveniunt in eodem puncto X. Quinimo, licèt Speculum MN non sit ex ellipticâ figurâ segmentum, sed è sphericâ, modò semidiameter Sphæræ, hoc est, distantia ejus à focis prædictis F & X, satis magna sit, puta, trium, pluriumve, pedum, & distantia focorum valde parva, puta, non plùs quàm unius digiti: si hæc, inquam, ponantur, Radii ab F manantes adeò propemodum convenient in X, ut istud X, quoad sensum, pro exacto Foco habeatur; & eodem modo Radii manantes ab aliis punctis, ut $f$, ipsi F vicinis, in aliis, ut $x$, ipsi X vicinis, quàmproximè convenient. Et sic omnes omninò Colores reflectentur à Speculo PT in unumquodque punctum imaginis $xXx$, totámque exhibebunt albam.

Sunt & alii modi componendi Albedinem; quemadmodum, TAB. XVII. si vice Lentis, Speculive, duo Prismata ILM, KMN (*Fig.* 81.,) in situ ad consimile Prisma ABC parallelo, ad distantiam aliquot pedum juxta posita, adhibeantur, quæ Radios in contrarias partes refringant, faciántque versùs X convergere, quos Prisma ABC divergentes effecerat. Colores ad X congregati component Albedinem, ac post decussationem sub propriis, (ut antea,) formis ad $\pi\tau$ denuo apparebunt.

Opportuna hìc alia subit assertionis demonstratio, quòd Colores in concursu non destruuntur ad Albedinem efficiendam, sed commiscentur tantùm; utpote, rotam dentibus undique in perimetro consitam ita collocabis juxta duo Prismata ILM & KMN, vel juxta Lentem MN, in præcedenti experimento, ut è Coloribus aliqui in dentem aliquem impingant, dum ceteri per intervallum inter illum & proximum dentem præterlabantur, & in chartam ad præfatum Colorum concursum X excipiantur. Tum rotam imprimis lentè circumvolve; & videbis singulos Colores in chartam, sine aliquâ Albedinis apparitione, successivè procedere; postea, si rotam tam celeri motu circumagi facias, ut succenturiantes Colores propter velocitatem consecutionis ab invicem distin-

distingui nequeant, transmigrabunt in Albedinem, eámque, quoad sensum, homogeneam, sine aliquâ Colorum apparitione, ex quibus celerrimè se mutuò consequentibus Albedo illa efficitur, & hanc Albedinem, è Coloribus illis successivè commistis, componi, per se manifestum est.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Quinetiam Albedo non tantùm ad locum concursûs X è commistis Coloribus componitur, sed etiam ad foramen *f*F*f*, ubi Lux modò transiit Prisma & Colores nondum apparuêre, quandoquidem omnes Radii quibuscunque Coloribus affecti, qui ad punctum quodvis imaginis *x*X*x* convergunt, ab alio quodam puncto foraminis *f*F*f* manârunt, & sic iidem Radii ad utrumque spatium *f*F*f*, & *x*X*x*, miscentur, & utriusque Albedinis eadem est compositio.

At, hæc clariora fient observando, primò, quòd rei alicujus, utcunque figuratæ & applicatæ ad foramen *f*F*f*, umbra distinctè projicitur in papyrum Radios excipientem ad X. Quinimo bullularum aeris in Prismate latentium, (sicut vitris omnibus contingere solet,) umbras videre licet ad instar macularum in dictam papyrum projectas: id, quod nullo pacto contingere potuisset, nisi Radii manantes ab aliquot punctis ipsius *f*F*f*, in totidem punctis rursus convenirent ad *x*X*x*. Et licet non exactè conveniant in iisdem punctis manantes ab iisdem, cùm Lens refractoria, vice Speculi, adhibetur, ut *in Figuris* 78, *&* 79, & proinde Colores nonnullos generent in confinio Lucis & Umbræ, sicut fusè explicui; tamen spatium, in quod conveniunt, tantillum est, ut pro puncto sensibili ferme habeatur.

Secundò, si Lentem, *in Figura* 78, ita statuas, ut æquidistet à Focis ejus F & X; in medio posita ac deinde Colores excipias in papyrum PT, tum ultrà Lentem versùs X, tum citrà versùs F, alternis temporibus admotam; possis observare, quòd Colores eodem planè modo apparent, diminuuntur, & in Albedinem paulatim convertuntur, dum dicta papyrus motu lento & continuo transfertur ad F, atque dum transfertur ad X; adeò ut divergentia Colorum ab F, & convergentia ad X, omnino similis sit. Pari ratione, si papyrus $\pi\tau$ lentè moveatur ad X, juxta &

*p t*

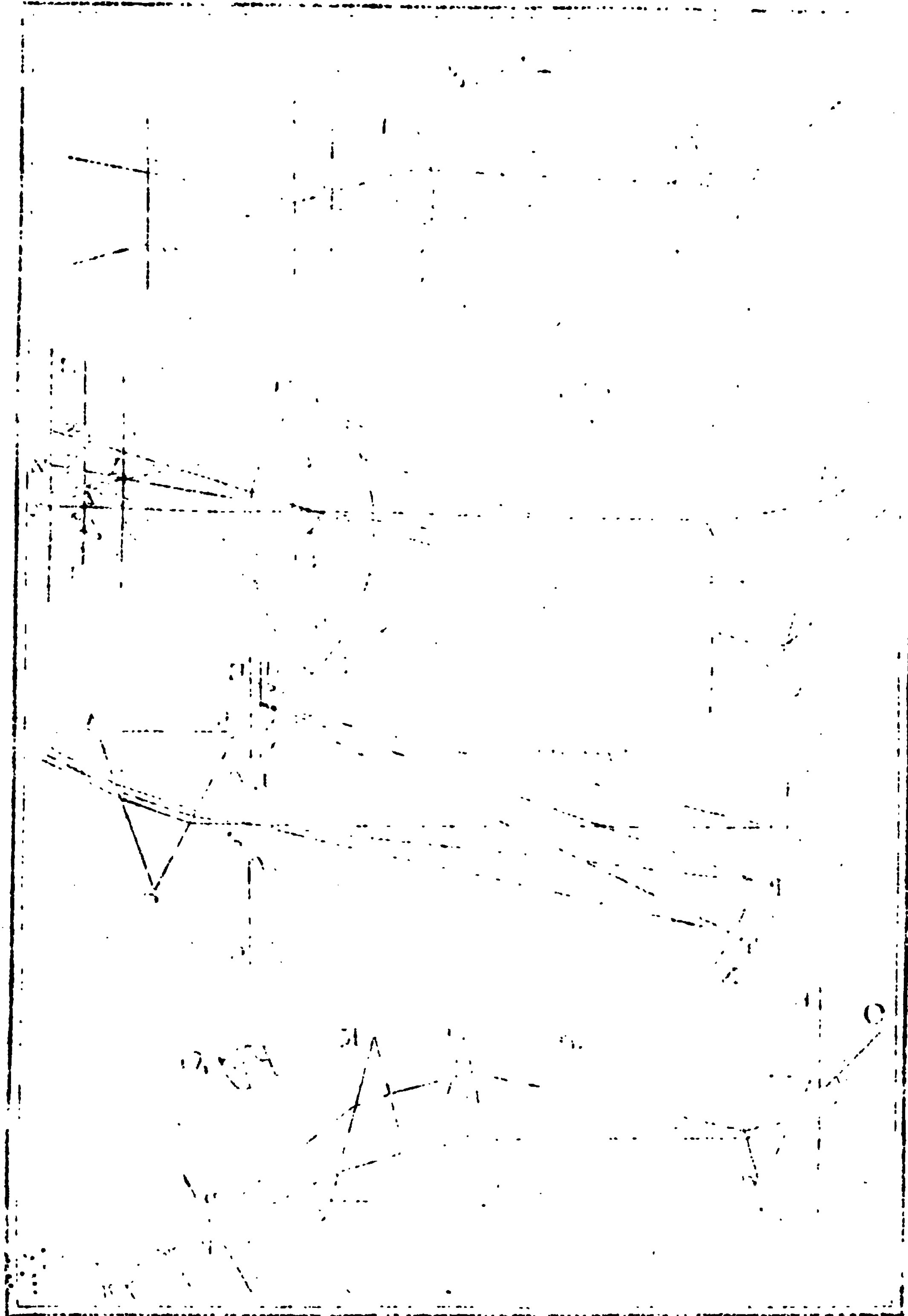
Pars II. Sectio I.

*pt* moveatur ad F, iidem Colores conſpicientur in utrâque, & eodem modo deſinent in Albedinem; hoc tantùm excepto, quòd eorum ſitus contrariatur, propter decuſſationem Radiorum in X; atque adeò divergentia Colorum ab utriſque F, & X, ſimilis eſt. Quid itaque concludendum eſt exinde, quàm quòd eodem modo commiſcentur, & ad F antequam divaricaverunt ab invicem, & ad X ubi rurſus congregantur in Albedinem? Sed, ut comparatio modò facta evadat illuſtrior, venit obſervandum porrò, quòd cùm papyrus ſtatuitur ipſi F contigua, & amovetur deinde verſùs *p t*, & poſtea ſtatuitur ad X, & amovetur verſùs $\pi\tau$, quòd, inquam, Albedo ad F, & X, in utroque caſu, primò degenerabit in Colores ſecundùm extremitates ejus, dum in meditullio manet alba; cujus rei ratio non eſt alia, quàm quòd Radii divergentes perinde ſegregantur in confinio Lucis & Umbræ. Sic poſito, quòd Radii divergant à ſpatio F*f* (*Fig.* 82.,) alii quidem paralleli tendentes ad AB, atque alii ad priores inclinati ſed inter ſe paralleli tendentes ad CD; prima ſegregatio fiet in extremitatibus juxta lineas FA, & *f*D, ultimâque in medio, veluti ad *g*: nam, lineâ *p t* inter F*f*, & *g* ductâ, videre eſt, quòd paralleli juxta extremitates *pq* & *st*, ab invicem ſegregantur, ſed mixtim tranſeunt per intermedium ſpatium *q s*.

TAB. XVIII.

Tertiò, ſicut Lens MN, *in Fig.* 78, refringendo Radios divergentes ab F, facit ut convergant ad X, & ibi conficiant Albedinem; eodem modo, ſi iſti Radii, poſtquam decuſſavêre, divergentes ab X iterum trajiciantur per aliam lentem *mn*, (*Fig.* 83.) priori ſimilem, & ſimiliter poſitam, inter focos ejus X, & *x*, id eſt, æquali ab utriſque diſtantiâ; Colores ſic ad *x* ſecundâ vice congregati Albedinem rurſus component, ſicut ante compoſuerant ad X; hoc tantùm interpoſito diſcrimine, quòd apparebunt in limbo Albedinis ad *x* duplo latioris, quàm, (è mox oſtenſis,) apparent ad X, atque inſuper in ſitu contrario. At Speculis, ut dictum eſt, adhibitis, quæ Lucem aliquoties repercutiant, iſti Colores erunt nulli; atque adeò penicilli FX, & X*x*, evadent omnino ſimiles, & ſimilis fiet decuſſatio & commixtura Radiorum ad F, X, & *x*. Concludendum eſt itaque, quòd

TAB. XVII. TAB. XVIII.



quòd Lux, cùm modò trajicitur per Prisma, licèt Albedinem exhibeat, tamen constat ex Radiis heterogeneis confusè mixtis, & ab invicem per divergentiam mox discessuris, qui, postquam ita segregantur, propriis apparent formis; sin iterum congregantur, Albedinem rursus componunt, & sic præterea in infinitum. De Radiorum Lucis Coloribus.

Imò verò Lux non solùm componitur ex omnium Colorum Radiis, ut egreditur Prismate & nondum discernitur in Colores istos, sed etiam cùm nondum attigit Prisma, & antecedenter ad omnem Refractionem; & inde, non mirum est, quòd, cùm segregantur in Colores, virtute Prismatis Radios inæqualiter refringentis, & Colores iterum commiscentur ope Lentis, aut alio quovis modo præmonstrato, quòd, inquam, rursus componunt Albedinem: neque hoc solùm exinde confirmatur, quòd Lux è Coloribus composita primigeniæ Luci persimilis sit; sed etiam ex eo, quòd Radii penitus differunt Refrangibilitate, & conceptus non est durior, quòd differunt Coloribus; imò, cùm eidem Refrangibilitatis gradui Color idem perpetuò competat, (ut purpureus maximè refrangibilibus, rubeus minimè refrangibilibus, & sic porrò;) quid aliud ab istâ cognatione innuitur, quàm quòd sint congenita, &, fortasse, quòd à communi quâdam causâ dependent? Sed, in hujus rei majorem evidentiam, ostendam præterea, quòd Radiorùm Solis æqualiter incidentium quædam genera reflecti possunt, dum alia per reflectentem superficiem trajiciuntur; adeòque diversos Colores diversis Radiis ante omnem Refractionem inesse. Sit ABC (*Fig.* 84.) Prisma, quod excipit Radios, in obscurum cubiculum per foramen F uno digito latum trajectos, eósque refringit ad papyrum vel parietem HI iis obsistentem apud T: porrò autem, cùm superficies Prismatis BC non omnes refringat Radios versùs T, sed & plurimos reflectat; eos apud P siste etiam cum aliâ papyro KL, in morem albæ imaginis foramini F persimilis terminante. Deinde, converte Prisma circa axem ejus secundùm ordinem literarum ABCA, & videbis, tum amplitudinem Colorum ad T, tum quantitatem Lucis ad P augeri perpetuò, donec tandem, cùm Refractio ad planum BC sit maximè obliqua, Colores ad T incipient evanescere, & reflecti ad TAB. XVIII.

*Pars* II. Sectio I. P; purpureus primò; deinde cæruleus, viridis & flavus, & denique ruber, cujus quidem Lucis accessu imago P fiet multò lucidior, quàm antea. Interea verò, dum Colores ad T gradatim evanescunt, videbis Albedinem ad P paululùm mutari, & nonnihil vergere ad cæruleum, per accessum nempe purpurei & cærulei, qui primò reflectuntur; id, quod nullo modo accidisse potuisset, nisi Radiis, prout à Sole veniunt, discrimen inesse concedatur: scilicet, quòd ex iis quidam, ad efficiendos rubeum & flavum dispositi, pertinaciùs & cum minore Refractione penetrant superficiem BC & versùs T perlabuntur; dum alii, ad exhibendum purpureum & cæruleum parati, superficiem dictam aut penetrant languidiùs, majores Refractiones patientes, aut, si nequeant penetrare propter nimiam eorum obliquitatem, tum faciliùs & citiùs reflectuntur ad P, iis primò omnium reflexis, quorum potentia ad istam superficiem penetrandam sit minima, id est, purpuriformibus, & ceteris deinde suo ordine, prout Incidentia fit magis obliqua, donec rubriformes ultimò reflectantur obliquitate tantâ debilitati, ut non sint ampliùs potentes dictæ superficiei resistentiam superare. Atque hæc facilè constabunt *iis*, qui norunt, quòd quò major est vis refractiva superficiei cujusvis, eo citiùs, & ad minorem obliquitatem, Radii reflectuntur; & quò minor, eò magis obliqui penetrabunt.

De hoc autem experimento convenit observare, primò, quòd, cùm prædicta variatio Albedinis ad P sit admodum parva propter exuberantiam Lucis albæ collatæ ad reflexum cæruleum, itaque cavendum est, ne Prismate utaris, quod ex vitro conflatur tincto cum Colore aliquo, ne Lucem ad P reflexam ita tingat, ut difficile sit dictam variationem observare; præstat adhibere Prisma ex laminis vitreis tenuibus & perpolitis confectum, & aquâ limpidissimâ repletum.

Secundò, licèt mutatio dicta sit parva, tamen satìs est ad ostendendum, quòd Radii retinent eosdem Colores cùm reflectuntur, quos exhibent cùm trajiciuntur per superficiem BC; siquidem tingunt Albedinem P Colore suo, quantùm liceat tam paucis tingere: Colores itaque suos habuêre priùs, & eosdem retinent,

sive

fìve refringantur, fìve reflectantur, licèt in mixturis plerumque ce- De Radio-rum Lucis Coloribus.
lati lateant; donec eruantur, (non autem fiant,) virtute Prif-matum.

Tertiò, ex Luce, ad priorem fpeciem Albedinis per Reflexionem omnium Colorum à T reftitutâ, quid aliud denotatur, quàm Albedinem iftam per mifturam omnium Colorum reproduci? Scilicet, cùm Rubor ultimò reflexus admifcetur ceteris Coloribus antea reflexis, reflexorum Colorum miftura tunc perfecta eft ad Albedinem componendam, quæ fuperadditur Albedini priùs exiftenti in P.

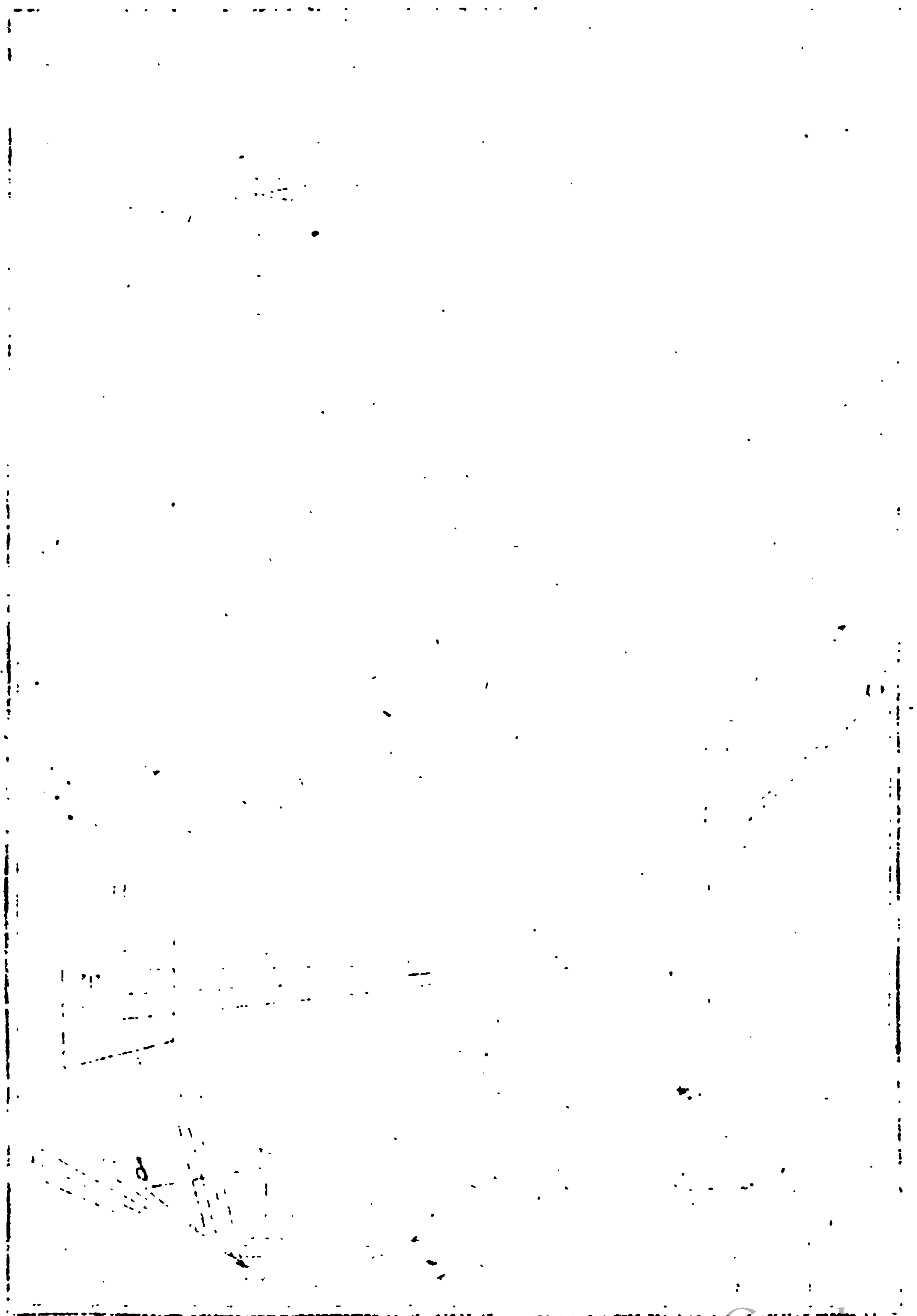
Quartò, ne qua oriatur fufpicio, quòd Refractiones in fuperficiebus AC & AB, ad ingreffum Radiorum in Prifma & egreffum factæ, poffint aliquid conducere ad effectus hofce producendos, obfervare licet, quòd effectus iidem producuntur, cujufcunque licet magnitudinis ftatuatur angulus ABC; hoc eft, quæcunque fit Refractio fuperficiei AC; modò Angulus ABC ponatur ejufdem magnitudinis atque angulus ACB; aliàs enim, pro imagine albâ ad P, generabuntur Colores Experimentum itaque nullatenus dependet à Refractionibus fuperficierum AC, & AB; imò poffis efficere, quòd, cùm Colores partim reflectuntur ad P & partim trajiciuntur ad T, Radii perpendiculariter incidant in AC, emergántque ex AB, & fic neutrâ fuperficie refringantur, modò ftatuas angulum ABC, ut & ACB, effe grad. 40, circiter, & iidem tamen effectus producentur.

Ceterùm, in majorem evidentiam & explicationem modi, quo prædicta fiunt, liceat experiri per Lucem in Colores difcretam, quòd purpureus primò, & ceteri deinde, (quifque fuo ordine,) reflectuntur. Etenim, (*in Fig.* 85., ) fint ABC, & TAB. XVIII.
*abc*, duo Prifmata parallela; quorum alterum ABC projiciat Colores in alterum *abc* ad diftantiam duodecim, vel plurium, pedum. Tum, Prifmate *abc* circa axem ejus, fecundùm ordinem literarum *abca*, converfo, donec tanta fit obliquitas Radiorum in fuperficiem *bc* incidentium, ut incipiant ad *p* reflecti, non ampliùs potentes penetrare ad *t*. Videbis omnes purpuriformes primò omnium reflecti, ceteróſque deinde fuo ordine.

Pars II. Sectio I. Veruntamen, quia purpuriformes Radii paulò magis refringantur in primo Prismate ABC, & ideo magis inclinentur ad superficiem *bc* secundi Prismatis *abc*, quàm ceteri; poterit objici, quòd eâ de causâ primò omnium reflectuntur. Quamobrem, (*in* TAB.XIX. *Fig.* 86., ) duo Prismata statuantur, non parallela sibi invicem, sed in situ transverso, ut omnicolores Radii quasi ad eosdem angulos incidant in præfatam superficiem *bc*; quo posito, possis observare, convertendo Prisma *abc* circa axem ejus secundùm ordinem literarum *abca*, quòd Radii purpuriformes primò omnium reflectuntur, & ultimò rubriformes, Coloribus ad *p* continuò translatis, prout à *t* disspareant.

Sunt & alii præterea modi, quibus experiri liceat, quòd, ex Radiis similiter incidentibus, quædam genera penitus reflecti possunt, dum alia partim transmittantur. Quemadmodum, si EFG (*Fig.* 87.) sit operculum fenestræ ad F terebratum, & foras statuatur Prisma ABC, quod Lucem Solis foramen F ingressuram intercipiat, & refringat versùs *f*. Ad illud *f*, pedibus ab F duodecim, aut longiùs, postpositum statuatur opacum corpus *efg*, quod Lucem sistat, dempto parvo foramine *f*, per quod aliqua pars Lucis, nempe violacea, longiùs trajiciatur ad *y*. Istud autem *f* non sit semisse digiti latius. Deinde, præ manibus sumatur aliud Prisma *abc*, &, ad Radios transversè positum, statuatur à posticâ parte foraminis *f*, circáque axem ejus convertatur, donec videas Lucem violaceam, postquam ab ejus basi *bc* obliquissimè refracta fuerit versùs *t*, totámque à *t* disparuisse modò, & ad *p* reflecti. Luce violaceâ tam obliquè ad *p* reflexâ, ut ad *t* statim pervasura esset, modò ex angulari motu Prismatis secundùm ordinem literarum *abca* facto angulus *cyf* vel minimùm augeretur, Prisma istud *abc* in eo statu figatur; tum alterum Prisma ABC motu circa axem ejus nunc hàc nunc illac parum convertatur, ut Colores, quos projicit in obstaculum *eg*, paululùm attollantur, eóque pacto omnes successivè transmittantur per foramen *f* in posterius Prisma *abc*; & videbis, quòd, cùm Flavedo transmittitur ad *y*, illi Radii, non omnes ad *p* reflectentur, sed plurimi perrumpent superficiem *bc*, & ad *t* pertingent.

Et,



Et, cùm Rubor ad *y* tranſmittitur, illi Radii fortiùs adhuc perrumpent, ut ex copiâ perrumpentis Lucis & minori ejus Refractione conſtet. Neque mirum videatur, quòd purpuriformes Radii ſint minùs potentes penetrare ſuperficiem *bc*, quàm rubriformes; quandoquidem, Priſmatibus eodem modo diſpoſitis, antehâc oſtendi, quòd majorem Refractionem patientur, poſito ſcilicet angulo *cyf* tanto, ut omnigeni Radii poſſint ſuperficiem *bc* penetrare. Jam, cùm Radii, qui citiùs & faciliùs reflectuntur, in experimento *ad Fig.* 84. tradito, nempe purpuriformes, etiam citiùs & faciliùs reflectantur in experimentis duobus noviſſimè recitatis; cùm eadem iiſdem Radiis ſemper eveniant, liquet quòd hoc fit, non ex contingentiâ, ſed ex prædiſpoſitione Radiorum; &, quòd antecedenter ad omnem Reflexionem, aut Refractionem, quidam ad exhibendos quoſdam Colores ſunt apti, & faciliùs reflexibiles; alii verò aliis Coloribus & progrediendi viribus, afficiuntur. Neque aliud experimentis jam recitatis diſcrimen intereſſe videtur, quàm quòd, in primo Radii omnium formarum, prout à Sole adveniunt, confuſè mixti incidant in Priſma, quod rubriformes tranſmittit, & reflectit cæruliformes; in reliquis autem duobus experimentis, diſſimiles Radii priùs diſcernuntur ab invicem, quàm incidant in dictum Priſma. De Radiorum Lucis Coloribus.

Ad hæc lubet alium adducere modum, quo diſſimilitudo Radiorum in Luce Solis mixtorum innoteſcat, non multò diſſimilem ei ad *Fig.* 84. oſtenſo, ſed conſpectui jucundiorem, & æquè ſcientificum. In *Fig.* 88. ſunto A*a*B*b*C, & B*b*D*d*C duo Priſmata ita juxta ſe poſita & colligata, ut duo ex eorum planis CB*b* conveniant ſibi, & coincidant; excepto tantùm, quòd nonnihil aeris in morem tenuiſſimæ laminæ intercedat iis; id, quod eveniet ultro, ſiquidem haud queas Priſmata tam arctè conſtringere, quin tantum intercedat aeris, quantum propoſito ſufficiet. Porrò, in majorem rei evidentiam, convenit, ut anguli ACB, & CBD ſint æquales proximè, eò ut plana A*a*C, & B*b*D fiant parallela, licèt hoc non ſit omnino neceſſarium. His præmiſſis, ſtatuantur dicta Priſmata juxta foramen F, ut Lux ingreſſa per ea trajiciatur verſùs T, primò permeans ſuperficiem A*a*C; deinde TAB.XIX.

 inter-

Pars II. Sectio I.

intermediam ſuperficiem B*b*C; & inde per B*b**d*D prolapſa in papyrum ad *τ* collocatam, quam Albedine tingit, tanquam ſi non omnino tranſiret Priſmata, ſed vitrum parallelis planis A*a*C, & B*b**d*D terminatum. Præterea, cùm intermedia ſuperficies B*b*C Lucem ei incidentem non omnem tranſmittat ad *τ*, ſed multam reflectat, quæ aliquò exibit è Priſmate ABC per ſuperficiem ejus A*a*B*b*, puta, verſùs *π*. Ad illud *π* ſtatuatur alia papyrus, quæ Lucem hanc ſimiliter albicantem terminet; quod ubi feceris, converte Priſma quadrangulare, (ex duobus triangularibus colligatis confectum,) motu lento circa axem ejus, ſecundùm ordinem literarum ABDCA, tandémque videbis, quòd Albedo ad *π* ac *τ* degenerabit in Colores, Flavedine primò, deinde Rubedine ad *τ* conſpectâ, cæruleo autem Colore ad *π*, donec, poſt intenſiſſimam Rubedinem ad *τ*, Color & Lux omnis evaneſcat inde, & cæruleus ad *π* iterum tranformetur in Albedinem aliquantò lucidiorem, quàm antea. Utpote, dum Priſmata circa communem axem, ut dictum eſt, convertantur, Radiorum in mediam ſuperficiem B*b*C, (hoc eſt, in laminam aeris Priſmatibus interjectam,) prolapſorum Incidentia continuò fit obliquior, donec tanta ſit eorum obliquitas, ut nequeant ampliùs penetrare dictam laminam, progredíque ad *τ*, ſed abinde reflectantur ad *π*; quod accidet, cùm angulus F*e*C, (obliquitas incidentium,) ſit graduum ferè quinquaginta. Radii autem purpuriformes, minimè omnium potentes penetrare dictam laminam aeream, reflectentur primò & Albedinem priùs reflexam ad *π* nonnihil tingent eorum Colore, dum, ex Radiis præterlabentibus ad *τ*, Flavedo imperfecta, aut potiùs Color inter flavum & viridem mediocris componitur. Poſtea cæruleus, & viridis deinde reflexus, paulò magis tinget Lucem in *π* cum Colore cæruleo, (licèt admodum diluto propter exuberantiam Albedinis commixtæ,) manebítque Rubor in *τ*, qui mox per Flavedinis hactenus commixtæ Reflectionem fiet intenſior, donec ipſe etiam, denuo reflexus, Albedinem in *π* redintegret.

Ceterùm, ut hoc ſpecimen evadat illuſtratius, ſumatur aliud Priſma GHI, quod à poſticâ parte Priſmátum ABCD ita collo-

cetur,

cetur, ut Lucem O*e*7 per ea transmissam refringat versùs PT, & in Colores permutet; violaceo in P, rubeo in T, ceterísque in intermedia loca projectis. Tum, Prismata colligata circa communem axem, (ut priùs,) rotentur, donec Lux alba versùs 7 transmissa incipiat flavescere; & videbis, quòd Color purpureus in P simul evanescet. Id, quod arguit purpuriformes Radios, non ampliùs ad Prisma GHI pertingere, sed à superficie CB*b* primò omnium ad π reflecti; & Lucem *e*7 ideo flavescere, quòd Purpura è misturâ tollitur, quâ priùs Albedinem exhibuit. Ad eundem modum, si Prismata ABCD diutius rotentur, videbis reliquos Colores à π ad 7 successivè disparere, prout Lux *e*7 plùs plúsque rubescit; &, cùm sit ruberrimma, tum solam Rubedinem in 7 manere: quod manifestò convincit hanc Lucem *e*7 non aliunde rubescere, quàm quòd à Radiis aliorum Colorum, per superficiem CB*b* reflexis, secernitur. De Radiorum Lucis Coloribus.

Simili ratione, si, cum Prismate quarto KLM refringas Radios ad π reflexos, & Colores eo pacto productos & in album parietem projectos, duodecim pedes, aut longiùs distantem, animadvertas, videbis, quòd, cùm Lux *e*7 incipit viride-flavescere, Purpura *p*, quam Prisma hoc elicit è Luce *e*π, plusquam ceteri Colores augebitur, per accessum nempe Purpuræ, quæ tum in P disparuit; ceterísque deinde Coloribus in *pt* gradatim fiet accessus, prout à PT disparent, donec, cùm omnis Color à PT disparuit, Colores ad *pt* non ampliùs augeantur; hoc autem discrimine, quòd violaceus, & cæruleus, ad *pt* augmentum suum omne pauló citiùs obtinent, quàm rubeus, aut flavus; sed hoc tam exile est, ut observator, nisi sit attentus, ægrè advertat.

Ut istis denique finem imponamus, lubet alium adducere modum, quo quædam genera Radiorum, Luce Solis intermissa, partim transmitti possint, dum alia reflectuntur. Nempe si duas laminas vitreas CB, (*Fig.* 89,) planè perpolitas & ad invicem applicatas, secundùm planitiem earum connectas, eásque vasi RQ aquæ pleno immergas, extremitate superficierum juxta positarum undique cerâ, vel pice, priùs obturatâ, ut aqua non interrepat & expellat aerem, qui, more laminæ tenuissimæ, ut dictum est, TAB.XIX.

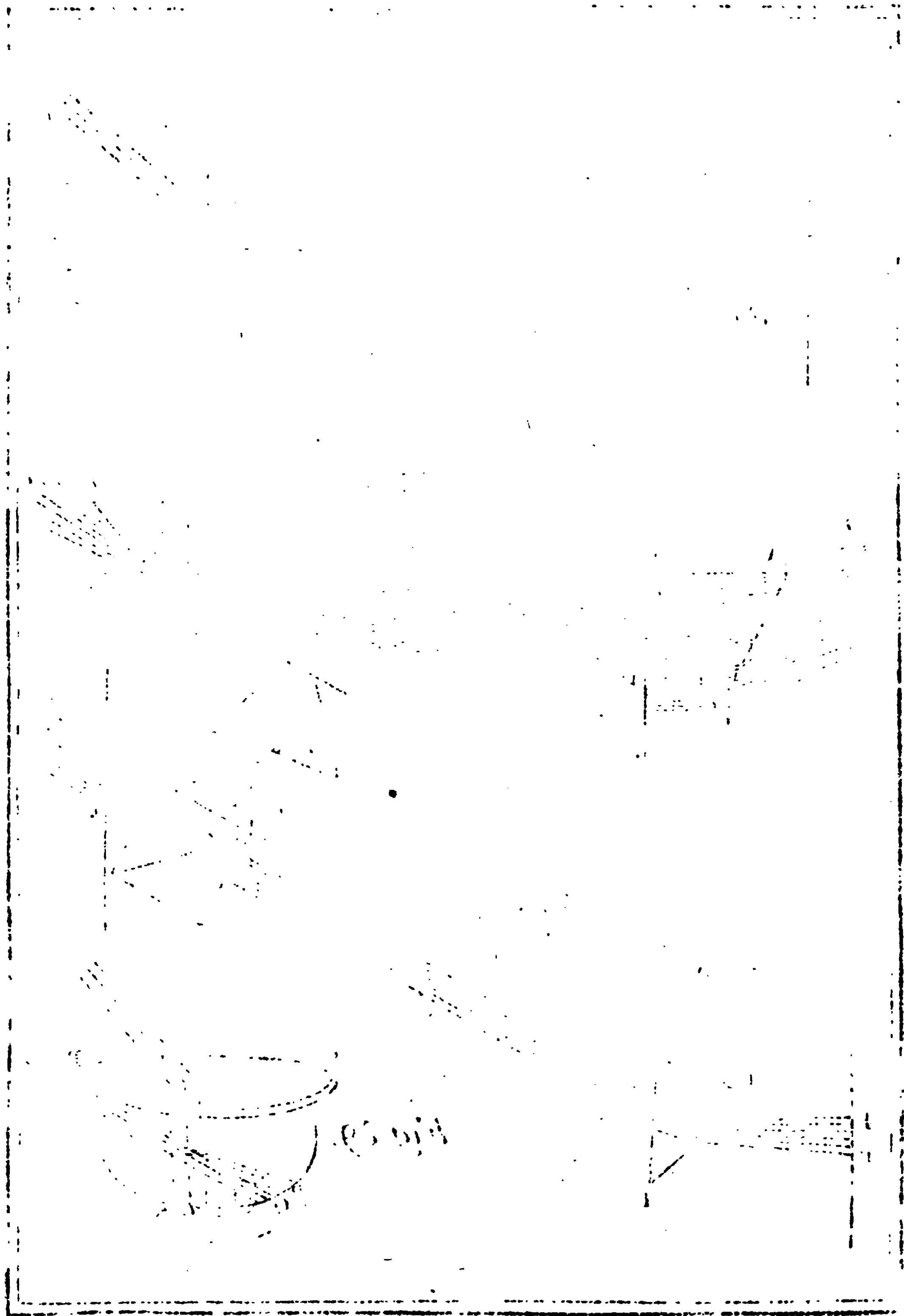
inter-

interjacebit vitris; si hæc, inquam, fiant, possis efficere dictorum vitrorum talem esse situm, ut, (illucente Sole,) aer interjectus cæruliformes Radios reflectat versùs *p*, & transmittat rubriformes versùs *t*, atque alias omnes apparentias modò recensitas exhibeat.

Ceterùm de hisce modis experiendi notandum venit, primò, quòd Colores hìc producuntur à parallelis superficiebus, quarum aliquæ recurvant Radios, quantùm aliæ incurvant; atque adeò, quæ mutuos effectus destruerent, si quos in immutandis intrinsecis dispositionibus Radiorum, quoad eorum Colores, ut opinantur Philosophi, producerent. Deinde, quòd Lux, postquam per istas superficies trajiciatur, licèt alba sit, manifestò tamen constet ex heterogéneis Radiis; quandoquidem, eorum aliqua genera penitus reflecti possunt ad *p*, dum alia ad *t* partim trajiciantur. Et eâdem ratione constat reflexam Albedinem similiter compositam esse, siquidem, (ut dixi,) redintegrata est, cùm Rubor omnium ultimus reflectitur à *t*; & hæc ex eo etiamnum summè confirmantur, quòd à solâ vitrorum obliquitate sine aliquâ Refractionis, vel Reflexionis novâ modificatione, efficiuntur.

Lux itaque, quamvis uniformis esset, quæ à Sole immediatè profluit, postquam tamen unquam reflexa vel refracta fuit, constat ex heterogeneis Radiis. Et ejusmodi est ea Lux omnis, quæ per vitreas fenestras trajicitur, vel quam Planetæ, nubes, &c. ad nos reflectunt. Imò Lux omnis à Sole, aut lucernis quibusvis, derivata, siquidem aliqualem saltem Refractionem ab Atmosphærâ, (ut dicunt Astronomi,) patitur; ut taceam, quæ in objectis, denuóque in Oculi tunicis, ante visionis actionem impressam, fiunt. Jam, si nihil aliud ostenderam, fuisset aliquod prodiisse tenus; siquidem omnia visibilium phænomena nobis per ejusmodi Lucem exhibentur. Atqui, cùm Solis Lux immediata albere censeatur, & ille Color non sit ex primitivis, sed per misturam generari ostendatur; &, cùm nullum inter Lucem originalem, & illam, quæ à diversicoloribus Radiis componitur, sensibile discrimen intercedat, haud dubitandum est, quin utraque sit ejusdem naturæ. Imò verò certissimum est, siquidem (in Prop. II. *) ostenditur, quòd inhærentes dispositiones, vel formæ Radiorum, quibus apti sunt

* Pag. 193. hujus.



sunt ad proprios Colores exhibendos, nec destrui possunt, nec ullo modo, vi secundariæ Refractionis, mutari. Et par est ratio de Refractione primariâ. Concludendum est itaque, quòd istæ dispositiones sunt insitæ Radiis ab eorum origine, quamvis proprios Colores, antequam heterogenei ab invicem, virtute Refractionis, secernantur, exhibere nequeant. De Radiorum Lucis Coloribus.

Ceterùm de eo, quòd dixi, Lucis Colorem album esse, & tamen Sol aliquantulùm flavescere videtur, notandum est, quòd cæruliformes Radii ab Atmosphærâ præ ceteris conturbantur, (ut cæruleus ejus Color innuit,) & inde, quòd è directis solaribus Radiis flaviformes prævalere solent, & efficere, ut Sol flavescat, qui secus fortasse appareret albus. Et ad hunc effectum Atmosphæra, circa Solem fortè conglobata, potest etiam conducere. At non eo inficias, quin aliquod Radiorum genus in originali Luce sæpissime redundet, quandoquidem flammarum & syderum diversi sunt Colores.

De Lucis & Albedinis compositione hæc satis. Quòd autem Nigredo ex omnibus Coloribus similiter composita sit, & in solo Lucis defectu ab Albedine differat, ex eo manifestum est, quòd nigrorum, in Radiis solaribus intra cubiculum (aliàs obtenebratum) intromissis, positorum termini omnigenis Coloribus tincti apparent, si Prismate juxta Oculum interposito inspiciantur; quòd singulos Prismatis Colores seorsim incidentes pari intentione reflectant, idque longè debiliori, quàm alba corpora; & quòd alba, defectu Lucis, nigrescere videantur, ita ut corpus, (quod revera album est,) in debiliori Luce nigrius apparere possit.

Denique de cinereis, ceterísque non primitivis Coloribus Propositio manifesta est; siquidem cinereos ex albo, & nigro; ceterósque omnes ex rubro, flavo, & cæruleo componere norunt Pictores.

## PROP. IV.

*Primitivi Colores per compositionem Colorum sibimet utrinque confinium exhiberi possunt.*

Hoc variis modis, (perinde ut in Albedinis compositione, sistendo aliquos è Coloribus antequam compositionem ingrediantur,)

Pars II. Sectio I. tentari potest; & ipse aliquos expertus sum, quibus constitit luteum à croceo, & subflavo; porraceum à subflavo, & thalassino, (vel etiam, minùs perfectè, à luteo, & cyaneo;) & cyaneum à thalassino, & indico; aliósque omnes Colores à Coloribus hinc & inde conterminis componi posse. Quinetiam, indicus, cum rubei extremitate contemperatus, purpurascebat; & minius cum extremâ Purpurâ paululùm conspersus, coccineus evasit; tanquam, si inter Colorum extremitates intercederet affinitas, qualis est in Sonis inter octavæ terminos.

Iidem Colores à Coloratis pulveribus componi possunt, sed minùs perfectè, ut opinor, propterea quòd ipsi componentes ex aliis Coloribus, (quorum aliqui sunt dissimiliores,) componuntur.

Ceterùm, ne nimius hìc sim, breviter dicam, quo pacto prismatici Colores in hos effectus producendos optimè misceri possunt. TAB. XX. Nempe, Prisma GDE, (*Fig.* 90.,) ex pellucidissimis & perpolitis lamellis vitreis in vasculum aquæ plenum coaptatis, efficiatur, quo Radiorum, in Colores per divergentiam discretorum, duo quælibet genera, juxta diversos angulos D, & E, sat acutos & æquales transmissa, ad invicem versùs H cogantur.

## PROP. V.

*Corporum naturalium Colores è genere Radiorum derivantur, quos maximè reflectunt.*

Hoc è præmonstratis tantâ necessitate & evidentiâ consequitur, ut supervacaneum esse videatur me aliquid de industriâ hìc in probationem ejus moliri. Utpotè, cùm ostensum sit, quòd nullius generis uniformium Radiorum Color per Reflexionem à corpore physico mutari possit, sed unumquodque Colore Radiorum tinctum appareat, quibuscum illuminatur: Si corpus cujuscunque subdialis Coloris à Solis rubriformibus Radiis in tenebroso cubiculo illuminetur, rubescit; si flaviformibus illuminetur, flavescit; si viridiformibus, virescit; & sic præterea.

Sed in hujus rei majorem evidentiam observandum est insuper, quòd unumquodque corpus, proprium Colorem præ ceteris seorsim incidentibus, copiosè reflectit. Sic, cinnabaris in Luce rubeâ

rubeâ maximè resplendet; in viridi, minùs; & adhuc minùs in cæruleâ. Sic, indicum in violaceâ & cæruleâ Luce maximè resplendet, & splendor ejus gradatim diminuitur, pro utin rubeam Lucem per gradus intermedios continuò transfertur. Sic, porrus Lucem viridem, plusquam rubeam aut purpuream, reflectere conspicitur; & sic in aliis. Et, quò corpora sub dio sunt intensiorum & magis specificorum Colorum, eò minùs in alienâ Luce resplendent. De Radiorum Lucis Coloribus.

Quamobrem, ut hæc faciliùs & magis cum evidentiâ pertentes, corpora seligere oportet intensis Coloribus, &, quàm poteris, maximè simplicibus prædita; id, quod cognosces, si, Prismate adhibito, seligas, quæ, ad extremitates Nigredini contermìnas, distinctiora apparent & minùs variegata. Præterea, Colores Prismatum, quos in hæc corpora projicis, debent esse ab invicem, per plures Refractiones, optimè discreti. Nam, si Colores per unici tantùm Prismatis, juxta Lucis ingressum positi, Refractionem secernantur, non Color Lucis incidentis, sed alius quidem, inter corporis in aprico conspecti & Lucis hujus incidentis Colorem intermedius, generabitur. Quemadmodum, si hujusmodi Lux flava in cæruleum Corpus incidat, corpus illud non flavescet, sed virebit potiùs; propterea quòd plures è viridiformibus Radiis, in hâc flavâ Luce latitantibus, quàm è flaviformibus reflectere aptum sit; & sic, rubeum corpus in viridi Luce flavescere potest, & in cæruleâ Luce virescere, si modò Lux illa ab aliis commistis Coloribus non bene purgetur. Et, ob hanc causam, summè cavendum est in faciendis hisce experimentis, ut cubiculum fiat obscurissimum, ne Lux erratica cum prismatico Colore commisceatur.

Denique quò Coloris cujusvis, à corporibus sub dio diversè coloratis reflexi, quantitas innotescat meliùs, corpora illa in eâdem Lucis qualibet specie juxta posita confer, & videbis unumquodque in Luce proprii Coloris præ ceteris resplendere. Sic, indicum in cæruleâ, vel purpureâ, Luce plusquam cinnabaris resplendet; & minius in rubeâ. Aut, si fortè, (propter alterutrius Coloris imperfectionem & obscuritatem,) ambo æqualiter in Luce vio-

Pars II. Sectio I. laceâ resplendere contingat, tum in rubeâ Luce cinnabaris fiet longè illustrior, aut, contra, longè debilior in Luce violaceâ, si æqualiter resplendeant in rubeâ. Cinnabaris itaque plures è rubriformibus, quàm aliis quibuslibet Radiis, reflectit, & proinde rubet. Indicum verò plures è cæruliformibus & purpuriformibus reflectit, & proinde fit intermedii Coloris. Et ad eundem modum, si in albis corporibus fiat experimentum, constabit, quòd omnigenos reflectant æqualiter; & sic in aliis.

Antequam huic de Coloribus physicorum corporum Propositioni finem impono, placet annotare de quibusdam apparentiis quantâ necessitate consequuntur è nostris principiis, quæ aliàs miræ viderentur & explicatu difficillimæ. Et imprimis; quia corpora evadunt colorata reflectendo quædam genera Radiorum, & intromittendo cetera, si aliquatenus transpareant; concludendum esse videtur, quòd Colores maximè transmittantur, qui minimè reflectuntur; & inde, quòd alius fit eorum Color, cùm transpiciuntur, atque alius cùm cernuntur Luce reflexâ. Et hoc, quàm bene convenit cum experientiâ, videre est in libro M. Boylei de Coloribus conscripto. Scilicet, infusio ligni nephritici, quando diversâ Luce transpicitur, rubea, vel flava, appareat; & cærulea, cùm cernitur ad plagas Lucis incidentis. E contra verò, aurum foliatum apparet flavum, & transparet cæruleum. Sic, vitri fragmenta per totam profunditatem colorata, qualia in antiquis templorum fenestris reperiuntur, varios plerumque Colores, pro positione Spectatoris, exhibent. Et crassiorum laminarum vitri pellucidissimi, (qualia ad fabricanda Telescopia adhibentur,) cùm obversas oras aspexi, cæruleum vidi reflexum; & flavum transmissum, cùm perspexi: Cæruleus autem maximè apparuit, cùm illustrabatur jubare in obscuratum cubiculum immisso, & à Lente concavâ distracto, ne nimiâ Luce Color perfunderetur. Neque ullus dubito, quin plurima existant hujus rei exempla, si quis operæ pretium duxerit in variis liquoribus, aliisque corporibus transparenter coloratis, examen instituere, interea cavendo, ne Lux è pluribus plagis simul incidat.

Quòd autem isthoc non semper eveniat, (quemadmodum in eâdem

eâdem infusione ligni nephritici, cùm cæruleus Color salibus acidis destruitur, & in aliis plerisque, quæ undique sunt ejusdem Coloris,) ratio est, quòd corporibus non solùm insit potestas reflectendi, vèl transmittendi, Radios, sed etiam suffocandi & in se terminandi. Sic, aliqua obstruunt & retinent omnigenos Radios, eóque pacto fiunt undique nigra; alia reflectunt quosdam, ceterósque supprimunt, ut opaca colorata; alia quosdam supprimunt, ceterósque partim reflectunt & partim transmittunt, ut transparenter colorata, quæ circumcirca ejusdem sunt Coloris; & alia quosdam reflectunt, ceterósque transmittunt, ut in exemplis jam allatis constitit. Atque ita præterea. De Radiorum Lucis Coloribus.

Porrò, quòd liquoris colorati varia crassities aliquando speciem Coloris variare potest, cum nostris principiis quamoptimè consentit. Sic, infusio ligni nephritici, pro variâ ejus crassitie, vel flavum, vel rubeum Colorem referre potest. Cujus rei rationem ut intelligas, concipe, quòd liquor ille sit aptissimus ad reflectendum purpuriformes & cæruliformes Radios, ineptissimus ad reflectendum rubriformes, & mediocriter aptus ad reflectendum mediocres; &, (in *Fig.* 91.,) posito ABC vitro coniformi hujus infusionis pleno, sit FI crassities ejus cum aureo Colore splendentis; EH major crassities, ubi incipit rubescere; ac DG crassities, ubi fit intensioris & subobscuri Ruboris. Et, (cùm cæruliformes & purpuriformes Radii citissimè reflectantur, ut ex eo patet, quòd unius tantùm guttulæ crassities ad eos Colores reflectendos & Spectantibus exhibendos sufficit,) ex illis paucissimi penetrabunt ad profunditatem FI, sed plurimi viridiformes, & adhuc plures flaviformes unà cum rubriformibus trajicientur, ex quâ misturâ fiet iste Color aureus. At, per profunditatem EH pauci è flaviformibus transibunt, & pauciores è viridiformibus; ac soli ferè rubriformes ad usque profunditatem DG pervadere valebunt; quinimo ex illis etiam complures in itinere reflectentur; & inde Rubor trajectus subobscurus evadet. TAB. XX.

Ad eundem ferè modum, cùm Lux per plura corpora diversis Coloribus pellucidè tincta trajicitur, Color ille ex adverso videbitur, qui facillimè pertransit omnia. Quòd si nullus potest

Pars II. Sectio I. omnia pertransire, utcunque seorsim pellucida existunt; conjunctim tamen evadent maximè opaca. Quemadmodum, si lamina AB transmittat solos rubriformes; & CD solos cæruliformes; cùm juxta ponuntur, transmittent nullos. Cujus quidem rei exemplum habes in *Micrographiâ* Mri. HOOKII de cæruleo & rubeo liquore, qui seorsim apparuêre, & conjunctim fuêre opaci.

Denique huc referri potest, quòd, cùm aliquis è Coloribus prismaticis per corpus transparenter coloratum trajicitur, intermedius Color emergit. Sic, Viriditate, v. g., in vitrum transparenter rubeum incidente, flaviformes Radii, qui in illâ Viriditate commisti latent, præ ceteris, vitrum fortasse pervadent, efficiéntque, ut Lux emergens flavescat.

Sed videor officii limites excessisse, in campum physicum nimis expatiatus. Visum quidem fuerat hæc attigisse, ut universa rerum consensio pateret; sed sisto gradum, ac tandem, coronidis loco, instrumentum quoddam haud inelegans describam, quo præfata omnia summâ cum evidentiâ tentari possunt.

TAB. XX. Sit ABC *abc*, (*Fig.* 92,) Prisma, quod Radios, per foramen F in obscuratum cubiculum transmissos, refringat versùs Lentem MN, ut Colores, quos efficit in *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, per Lentem deinde transjiciantur ad X, & ibidem commisceantur in Albedinem componendam, sicut in præcedentibus ostendi. Deinde aliud Prisma DEG *ged*, priori parallelum, ad locum X, ubi Albedo redintegrata est, statuatur, quod Lucem versùs Y refringat. Hujus autem Prismatis verticalis angulus G*g* sit æqualis angulo verticali C*c* Prismatis anterioris, aut eo fortè minor, & similiter positus, ut incidentes Radios in parallelismum reducat, quos Prisma anterius dispersit.

His positis, observabis, an Lux Y, (pedes aliquot distans trajecta,) æquè alba maneat, ac fuerit in X, vel sensim abeat in Colores. Si penitus appareat alba, tunc Prismata cum Lente rectè disposuisti; sin aliqui Colores ad Y cernantur, Prisma DEG circa suum axem eo modo parùm converti debet, ut Colores minuantur; &, cùm penitus evanuêre, & Lux in totum albescit, siste Prisma. Quod si nequeas hoc modo efficere, quin Lux, inter tran-

transeundum ab X ad Y, ex aliquâ suâ parte transmigret in Colores, Lentem MN paulò longiùs à Prismate ABC transfer; &, loco X rursus invento, ubi Colores in Albedinem accuratissimè convergunt, in eo statue Prisma DEG, ut priùs; & rursus experire, an possis Lucem sine Coloribus ad Y projicere; &, cùm eò usque mutaveris positiones Prismatum & Lentis, dum effeceris Lucem ad Y trajectam, quàmminimè possis, coloratam, Prismata cum Lente in eo situ figantur, ídque, vel ope trabis, ut in schemate describitur, vel tubi, aut instrumenti cujusvis in eum finem fabricati.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Cùm habeas hanc machinam è Prismatibus & Lente, ut dictum est, compositam; ope Lucis per eam transmissæ cuncta possis experiri, quæ hactenus fuerunt tradita. Hæc enim Lux XY jubari à Sole directo persimilis est, & easdem omnes apparentias exhibet, ac si à foramine F rectâ promanâsset, nullam omnino Refractionem passa, adeòque ejusdem esse constitutionis facilè credamus. Et tamen, cùm in sua principia componentia, hoc est, in Radios diversorum generum, apud Lentem MN discreta fuerit, facile erit modos examini subjicere, quibus posthac in Colores converti potest, ídque tantum sistendo hoc, vel illud Radiorum genus apud MN, ut constitutio Lucis XY, quoad ejus conversionem in Colores, pateat.

Quemadmodum, si desideretur, ut sensui planissimè pateat, quòd Prisma convertit Lucem in Colores, non transmutando proprietates ejus intrinsecas, sed segregando tantùm Radios, ad excitandum varia Colorum phantasmata dispositos, ex quibus Lux omnis albens constituitur. Nihil aliud agendum est, quàm ut Prisma aliquod HIK ita statuatur, ut Lùcem XY excipiat, & refringendo transmutet in Colores P, Q, R, S, T in papyrum aliquam procidentes. Deinde, si Colorem quemlibet apud Lentem MN interposito obstaculo sistas, videbis eundem Colorem à papyro LV deficere. Sic, Purpuram *p* obstruendo, disparebit Purpura P, ceteris Coloribus non omnino mutatis; (dempto fortè cæruleo, quatenus aliquid Purpuræ commixtum habeàt.) Sic, viridem *r* intercipiendo, víridis R evanescet; & sic de aliis. Atque

ita

Part II. Sectio I.

ita videre est, quòd iidem Colores apud papyrum LV, & apud Lentem MN pertinent ad eosdem Radios, iisque non communicantur à Refractione Prismatis HIK; siquidem præexistebant, segregati quidem ad Lentem MN, & congregati in Luce XY.

Ad eundem modum, si cupias experimenta penitus rimari, quibus aliqua genera Radiorum omninò reflecti possint, dum alia, (licèt similiter incidentia,) partim transmittantur; Prisma HIK circa axem ejus converte, donec altera pars Colorum, (violacea nempe, & cærulea,) postquam obliquissimè refracta fuerit versùs LV, abinde penitus dispareat versùs π deflexa; parte tamen alterâ ad LV pervadente. Deinde, si dimidium Colorum, Rubedinem versùs, intercipias ad MN, Rubor & flavus disparebunt ad LV, & Lux ad π reflexa fiet admodum cærulea. Sin alterum dimidium, Purpuram versùs, intercipias,Rubor apud LV non mutabitur, sed Lux in π, (propter ablatum purpureum, & cæruleum,) flavescet, aut rubescet. Id, quod indicat purpuriformia, & cæruliformia, Radiorum genera penitus ad π reflecti, dum cetera partim refranguntur ad LV. Præterea, si corpus aliquod coloratum, v. g., cinnabaris, hac Luce XY illuminetur, sub proprio Colore perinde apparebit, quasi in Luce subdiali constitutum aspiceres. Quòd si cæruliformes & viridiformes Radios juxta Lentem prælapsuros intercipias, Rubor ejus intendetur: At, cùm rubriformes Radios intercipis, cinnabaris non ampliùs rubebit, sed Flavedinem, aut Viriditatem, aliumve quemvis Colorem, pro specie Radiorum, quos prætermittis, induet. Nec secus alia Colorum phænomena, quæ Prismata ab immediatâ Solis Luce eliciunt, ope Lucis hujus XY, poteris experiri, &, intercipiendo quodvis Radiorum genus apud MN, eorum causas intueri.

Si quis autem velit instrumentum, quale jam descripsimus, ad experimenta hujusmodi instituenda conficere, Lentem adhibeat latam tres digitos, & ampliùs, quæ Radios parallelos ad focum duos pedes, circiter, distantem congregat; atque ita Prismata distabunt octo pedibus, & conficient instrumentum satis magnum, quo omnia strictiùs examini subjiciantur. Quod ad positionem Lentis attinet, si Prismatum anguli verticales ACB, & DGE, sunt

sunt æquales, puta 60, vel 70, graduum, ipsa æqualiter ab utrisque distabit. Sin alter angulus sit major altero, Lens illi Prismati vicinior collocetur, cujus angulus verticalis existit major. Et nota, quòd jubar XY per spatium eò latius diffunditur, quò Lens statuitur anteriori Prismati ABC vicinior. Atque adeò, siquando opus sit amplo jubare, debes tantùm efficere, ut Lens sit aliquantò vicinior anteriori Prismati, quàm posteriori, & adhibere Prisma posterius, cujus angulus verticalis sit tanto ferè minor, quàm angulus verticalis anterioris. Denique, si velis, ut Colores in Lentem illam procidentes sint magis directi & ab invicem distracti, quàm more jam descripto contingat, eâ nempe de causâ, ut singula Radiorum genera pro lubitu distinctiùs, sive magis sejunctim intercipiantur; (id, quod in experimentis nonnullis necessarium duco;) nihil aliud agendum est, quàm ut Lux per duo parva foramina F, & *f*, ab invicem longè distantia, priùs trajiciatur, quàm incidat in Prismata; vel, ut alia Lens non procul ab interiori Prismate collocetur, quæ apta sit, ut Lucem, à longinquo foramine F divergentem, congreget ad alteram subsequentem Lentem MN. Ceterùm, hoc instrumentum sic rectè disponere invenio molestissimum esse, ut & effectus ejus haud ita distinctos & sensui patentes ac in præcedentibus, ubi per pauciores Refractiones & majora vitrorum intervalla ostendebantur. Et eapropter Auditores imprimis illa simpliciora & faciliora experimenta examini consultiùs subjicient.

De Radiorum Lucis Coloribus.



## PARS SECUNDA.

## SECTIO SECUNDA.

# De variis Colorum Phænomenis.

### *De Phænomenis Lucis per Prisma ad parietem trajectæ.*

HUCUSQUE fundamenta struxi, quibus Colorum quocunque modo effectorum phænomena explicari possunt; effectuum verò, quos supra minùs attigi, jam causas particulares & immediatas, non Geometrarum, (quibus, scio, supervacaneum videatur,) sed aliorum gratiâ, sigillatim describam. Malo enim hìc aliqua, quæ plerisque superflua fortasse videbuntur, interserere, quàm quicquam alicujus momenti omittere, quod incautis & præjudicio laborantibus difficultatem subministrare possit.

Et imprimis, circa Prismatis vulgo notos effectus, (quorum causam abunde satìs retexi,) circumstantiæ nonnullæ supersunt explicandæ: utpote, cur primitivi Colores non omnes eliciuntur, cùm Lux, (cujus Radios ab origine heterogeneos Prisma per inæquales Refractiones dispergit) non transit per angustum foramen, sicut passim in præcedentibus supposui, sed ex unicâ tantum parte limitatur. Verbi gratiâ, si corpus aliquod opacum FG (*Fig.* 93.) Soli interponatur & Prismati, juxta basem ejus AB, quod umbram projiciat in MP, Colores efficiat in spatio PT, & Lucem permittat in ipsum NT influere; in PT, confinio Lucis & umbræ, nulli Colores generabuntur præter purpureum & cæruleum cum variis eorum gradibus. Et ratio est, quòd ex Radiis omnium formarum, qui transeunt per extremitatem dicti corporis opaci FG, soli purpuriformes, propter maximam eorum Refractionem, possunt ad P usque deflecti, unde Color purpureus ibi conspicitur. Deinde cæruliformes, cùm paulò minùs refrangibiles existant, incident

TAB. XX.

cident in totum ſpatium N Q, non potentes ulteriùs verſùs M deflecti, quàm ad Q. Atque ita duæ Radiorum ſpecies, eæque ſolæ, incident in Q, & Colorem ex purpureo & cæruleo compoſitum exhibebunt. Præterea, viridiformes, minùs adhuc refrangibiles, in ſpatio NR non ultra extendentur, quàm ad R. Flaviformes autem terminabuntur in S. Quare tres tantùm ſpecies Colorum miſcebuntur ad R, & Color ex iis omnibus, (nempe ex purpureo, cæruleo, & viridi,) generabitur. At, cùm purpureus & viridis commixti producant cæruleum, (ut facile eſt ex antedictis experiri,) liquet Colorem ad R non fore alium, quàm cæruleum. Denique, cùm Radii rubriformes minimè omnium refringantur, ut in ſpatium NT incidentes non magis deflectantur verſùs M, quàm ad T, liquet, quòd in dicto ſpatio N T fiet miſtura Colorum omnium, & proinde albeſcet; ſed in ipſo S, (ubi Color omnis, dempto rubeo, miſcetur,) cæruleus ad Viriditatem nonnihil vergens apparebit; ſed maximè dilutus, propterea quòd ſolus Rubor ex Albedinis compoſitione deſit.

De variis Colorum Phænomenis.

Porrò, ſi corpus opacum *fg* Soli interponatur & Priſmati juxta verticem ejus C, ſicut videre eſt in *Schemate* 94., inter obſcuratum ſpatium NT, & lucidum PM, cernes alios duos Colores, rubeum in T, & flavum in R; ídque, propter jam dictas rationes. Quippe Radii, prout apti ſunt ad hos ordine Colores (rubeum, flavum, viridem, cæruleum, & violaceum,) generandos, intenduntur per ſpatia MT, MS, MR, MQ, & MP; cùm ſoli rubriformes extenduntur uſque ad T, ceteris, propter majorem Refractionem, citiùs terminatis, neceſſe eſt, ut iſte Color in T ſit rubeus. Item, cùm tria Radiorum genera in R incidant, Color ex iſtis (nempe rubeo, flavo, & viridi,) compoſitus ibidem cernetur. Rubeus autem & viridis flavum conſtituunt, atque adeò flavus apparebit in R. Præterea, cùm omnium formarum Radii miſceantur in P, & poſtea perpetuò verſùs M, ſpatium illud PM apparebit album. Nec ſecus conſtat, quòd citreus in S, & in Q flavus ad Viriditatem vergens apparebit, ſed adeò dilutus tamen & cæruleo redundans, ut nomen Viriditatis non mereatur.

TAB.XXI.

 Tertiò,

Part II. Sectio II. TAB. XXI. Tertiò, si opaca duo corpora GF & *gf*, (*Fig.* 95.) Soli & Prismati interponantur, ut Radii inter utrumque, quasi per oblongam rimam Prismati parallelam, transeant, atque distantia F*f* sit satìs magna, pro utroque termino F, & *f*, generabuntur Colores; purpureus nempe ad P, & cæruleus ad R per terminum F; atque flavus ad *r*, & rubeus ad *t*, per terminum *f*, sicut modò explicatum fuit: Erítque T*p* spatium album utrisque Coloribus interjectum. Jam, si obstacula GF, & *gf*, ad se invicem paululùm admoveantur, ut intermedium spatium F*f* evadat angustius, isto pacto Spatium album quoque T*p* fiet angustius, donec tandem evanescat & Colores utrinque coeant. Sin spatium F*f* magis adhuc coarctetur, Viriditas in medio Colorum emerget vice Albedinis, quæ jam evanuit; quæ quidem Viriditas non antea apparuit, propter commisturam Radiorum heterogeneorum, quibus involuta latuit; jam verò, heterogeneis istis per obstacula duo sibi propiùs admota alternè interceptis, Viriditas ea paulatim detegitur, patet, & evadit perfectior, donec (cùm dictum F*f* satis angustum est,) ab omni ferè misturâ liberatur, & eruitur, propriáque specie non minùs, quàm ceteri Colores, elucet. Et hinc in transitu colligitur, quòd Viriditas inter Colores medietatem exactè obtinet, non magis ad rubeum vergens quàm ad violaceum, neque ad flavum quàm ad cæruleum; hoc est, in specie Coloris, & respectu multitudinis Radiorum ad Colores utrinque pertinentium. Nam, in gradu Refrangibilitatis, minùs differt à parte rubeâ, flaváque, & in aliâ quâdam proprietate, (cui jam explicandæ non est locus,) minùs differt à parte purpureâ & cæruleâ.

Præterea, cùm Albedo T*p*, propter angustiam pervii spatii F*f* incipit evanescere, Colores etiam contractiores paulatim apparebunt; ita ut, cùm istud F*f* sit valde angustum, flavus ad rubeum, & cæruleus ad violaceum, quasi duplo vicinior evadat, quàm, cùm amplitudo ejus permisit Albedinem in medio Colorum produci; & ut quinque Colores, (Viriditate jam internatâ,) non occupent plus spatii, quàm eorum duo priùs occupavêre. Cujus rei ratio ex schematum inspectione patebit animadvertenti, quòd flavus ad *r*, & cæruleus ad R, ex heterogeneis Radiis compositus,

tus, mutatur in ferè uniformem flavum ad loca S & *s* incidentem, & in ferè uniformem cæruleum ad loca Q & *q* similiter incidentem, heterogèneis Radiis è misturâ, per angustiam spatii F*f*, magnâ ex parte sublatis. De variis Colorum Phænomenis.

Quartò, si Lux terminetur obstaculo G*g*, cujus extremitas perpendiculariter transversa est ad longitudinem Prismatis, Colores omnino nulli, virtute termini illius, generabuntur. Etenim, ponamus parallelos Radios OF, & O*f*, ceterósque, (*Fig.* 96.,) juxta extremitatem dictam G*g* in Prisma ABC prolapsos, ibidémque refractos esse ad PT, & *pt*, atque MN esse umbram ipsius G*g*. Jam, licèt Radii purpuriformes FP, & *fp* magis refringantur quàm rubriformes FT, & *ft*, tamen, istâ Refractione secundùm terminum umbræ factâ, ita ut ex dictis Radiis multi magis deflectant versùs umbram, quàm ceteri; palam est, quòd ubicunque purpuriformes incidunt, rubriformes etiam incident in eundem locum, & è contra. Quod idem de Radiis intermediis pari modo concipiatur. Et sic, Radiis omnium specierum ubique per extremitatem umbræ commixtis, umbra bene definietur sine aliquo Colore, (præter album, vel fuscum ex Luce & umbrâ mixtis,) conspecto. Sed cavendum est, ne Colores, per limites Prismatis A*a* vel C*c* generati, habeantur pro generatis à limite G*g*. Quamobrem Prismata, quæ ex vitro in totum fiunt, ad examen hujus & proximè præcedentis commodè instituendum, nimis sunt exigua; propterea quòd Colores, per extremitatem verticis & basis producti, interjectum spatium album haud relinquent satìs amplum, in quo generatio Colorum prædictis modis probetur. Itaque, ut Prisma conficiatur ex vitris planis & bene politis, qualia ad Specula conspicienda adhibentur, moneo; quibus in morem cunei connexis, & in vasculum dein prismiforme completis, ut supra dictum, vasculum istud impleatur aquâ limpidissimâ & occludatur, & sic Prismata ad arbitrium ampla conficias. TAB.XXI.

Quintò, ut omnia jam uno comprehendam specimine, sit G*g* (*Fig.* 97.) corpus opacum orbiculari foramine F*f* unum, duosve, digitos lato pertusum, per quod Lux in Prisma trajiciatur; ubi cùm refracta fuerit, projicitur in papyrum, vel quodvis al- TAB.XXI.

Pars II. Sectio II. bum corpus MN, quasi semisse pedis à Prismate postpositum; & videbis illuminatum spatium PYTZ rotundum ad modum foraminis F$f$, album in ejus medietate, & duabus semilunulis Colorum terminatum, purpureo & cæruleo ad P, flavo autem & rubeo ad T, qui Colores paulatim deficiunt versùs Y & Z, ubi nulli omnino conspiciuntur. Præterea, si papyrum ad majorem distantiam paulatim distuleris, velut ad *mn*; videbis Colores distendi & augeri, & intermediam Albedinem usque comminui, dum prorsùs evanescat, totúmque spatium Coloribus, rubeo, flavo, cæruleo, & purpureo, tinctum appareat; & papyrum longiùs differendo, Viriditas è medio emerget, & crescet, tum amplitudine spatii, tum perfectione speciei, totúmque spatium coloratum distrahetur in oblongam formam. Quorum omnium rationes ex supradictis depromantur.

Ad hæc, si Lux obstaculo ad quamvis distantiam post Prisma collocato terminetur, consimilis erit Colorum generatio. Sit, v. g., TAB. XXII. obstaculum G$g$ (*Fig.* 98.) perforatum in F, & ad distantiam pedis unius, aut ampliùs, post Prisma ABC collocatum. Prisma autem satìs amplum adhibeatur, (quale ex laminis vitreis, ut supra, possis efficere,) ne Lux omnis priùs abeat in Colores, quàm attingat foramen F; & Lux illa, postquam transiit per F, non secus convertetur in Colores apud P, Q, R, S, T, quàm contigit in præcedentibus. Scilicet, inspicienti schema patebit, quomodo Radii diversorum generum inæqualiter refracti convergant à diversis partibus Prismatis ad istud F, ubi, (ut & hinc inde versùs G & $g$,) componunt Albedinem; sed inibi decussantes divergunt postea, diversique Colores in diversa spatia P, Q, R, S, T, tendunt. Et hinc, cùm Radii repagulo quolibet H ex utràvis parte Prismatis intercipiuntur, è Coloribus P, Q, R, S, T, aliqui tollentur. Si Radios nempe vertici C vicinos intercipias, tolles purpureum P; vel tolles rubeum T, si intercipias eos basi AB vicinos. Et sic de aliis; ita ut quoslibet pro arbitrio possis tollere, vel efficere, ut quilibet solus appareat.

Denique, si Lux ex unicâ tantùm parte ponè Prisma limitetur, vel si duo statuantur limites, iique, vel ad easdem, vel ad oppo-

oppositas partes Prismatis, vel quocunque alio more Lux termine- De variis Colorum Phænomenis.
tur; modus, quo Colores exinde generantur, ex antedictis facilè patebit, ut jacturam temporis fecero de hac re plura verba facturus. Quinetiam, si duo, vel plura, Prismata quocunque modo inter se disponantur, peritus Optices facilè explorabit causam.

Ceterùm de modo tollendi quoslibet Colores in *Fig* 98. per interpositionem obstaculi H hìc obiter notandum venit, quantùm ista circumstantia adversatur hypothesibus Philosophorum, quæ de Coloribus huc usque fuerunt excogitatæ. Ex illis enim positis, refracta Lux ad eas semper partes cum cæruleo & violaceo terminanda est, versùs quas fit Refractio; quandoquidem gyrationes globulorum, ex opinione CARTESII; vel partes anteriores pulsuum ætheris obliquè vibrantis, ex hypothesi Mri. HOOKII, per viciniam quiescentis medii ad eas semper partes impediuntur & hebescunt. Et tamen hìc videre est, quòd admoto obstaculo H, ut Radios vertici Prismatis vicinos intercidat, possis violaceum & cæruleum tollere, & efficere, ut viridis, vel flavus, aut etiam ruber, ad eas partes maneat extimus, versùs quas Refractio peragitur. Nec hypothesis eorum tutior est, qui supponunt Colores ex Lucis & umbræ misturâ generari; nam eadem videtur esse in eorum confinio mistura, sive aliqui ex Radiis ante Refractionem limite H intercidantur, sive omnes per Prisma liberè transeant.

Hujusmodi etiam hypotheses ex aliis experimentis passim occurrentibus everti possent, modò id instituto meo necessarium ducerem. Quemadmodum ex illis, ubi Lucem partim reflecti posse, & partim transmitti, docebam: nam Lux transmissa dabat flavum rubeúmque, ídque in meditullio ejus, ubi à nullo quiescente medio, vel tenebris, terminabatur. Sic etiam maximè valet, quòd ostendi Colorem Lucis ex uniformibus Radiis constantis non posse per quaslibet Refractiones mutari. Ceterùm non opus est, ut hypotheses refutem, quæ, ex inventâ tandem veritate, suâ sponte corruent.

Phænomenis jam antè explicatis affinia sunt sequentia, quæ circa compositionem Albedinis versantur. Prismata duo ABC, & *abc*, (*Fig.* 99.,) quorum anguli verticales ACB, & *acb*, æquentur, TAB. XXII.

Pars II. Sectio II. tur, ita parallelis axibus dispone, ut alterius linea verticalis AC cum *b*, extremitate basis alterius, conveniat, planis BC & *bc* in directum jacentibus. Quo facto, si Sol transluceat ea in papyrum MN, octo, vel duodecim, digitos postpositam, Colores quidem generabuntur ad M, & N, per exteriores Prismatum terminos B, & *c*, non autem per interiores C, & *b*; sed medium spatium PT totum apparebit album. Sin alterutrum Prisma tollas, alterius extremitas C, vel *b*, generabit Colores ad PT; ac dein, si restituas, Albedo etiam restituetur. Scilicet, Albedo ista componitur ex Coloribus ab extremitate C, & *b*, Prismatis utriusque prolapsis; id, quod facilè constet ex præfatis. Nam, Radii purpuriformes ab utroque Prismate refracti limitantur in eodem puncto P; ita ut ab uno Prismate manantes incidant in PM, ab altero in PN, & ab utroque simul in totum MN, non secus ac si omnes ab unico Prismate venissent. Eodem modo, cæruliformes extenduntur per totum spatium MN, & eorum terminus communis est Q, prout manant à diversis Prismatibus; & sic de ceteris. Quare omnigeni Radii commiscentur in unâquaque parte spatii PT, & Albedinem ideo component; sin alterutrum Prisma tollas, puta ABC, vel Lucem ei potiùs occludas, tum Radiis rubriformibus ab MT, flaviformibus ab MS, viridiformibus ab MR, cæruliformibus ab MQ, & purpuriformibus ab MP, sublatis, manebunt rubriformes in NT, flaviformes in NS, viridiformes in NR, cæruliformes in NQ, & purpuriformes in NP: Adeòque purpureus apparebit in P, & cæruleus in R, ut ostendimus antè. Et simili ratione, si Lux occludatur alteri Prismati *abc*, ne permeet, Rubor apparebit in T, & Flavedo in R.

In istis autem experiendis requiritur, ut anguli ACB, & *acb*, sint æquales; id, quod tentabis, si Prismata secundùm longitudinem eorum ita connectas, ut duo ex planis dictos angulos comprehendentibus, puta BC, & *bc*, (*Fig.* 100) fiant contigua, & reliqua AC, & *ac*, sibi opposita. Quo facto, si Radii Solis ingressi foramen F pergunt ad eundem locum S, cùm trajiciuntur per dicta Prismata perpendiculariter ad eorum latera AC, & *ac*, atque cùm liberè progrediuntur, nullo interjecto obstaculo, tum

TAB. XXII.

plana

plana AC, & *ac*, sunt parallela, & anguli ACB, & *acb*, æquales; sin istud non eveniat, sunt inæquales. In quo casu notetur præterea, quòd inclinando plana BC, & *bc*, (*Fig.* 99.,) vel ab invicem reclinando, possis Albedinem in PT haud secus componere, ac si dicti anguli fuissent æquales, & plana BC, & *bc*, in directum jacentia. De variis Colorum Phænomenis. TAB. XXII.

Quinetiam possis hoc idem cum unico tantùm Prismate perficere, dummodo satìs magnum sit; puta, cujus refringentia latera AC, & BC, (*Fig.* 101.) sint sex, vel octo, digitos lata. Etenim sint FG, & *fg* duo corpora opaca, plana, rectangula, & ad Prismatis planum AC*ca* secundùm planitiem ejus sic applicata, ut eorum angularia puncta G, & *g*, juxta plani istius centrum se mutuò contingant, & latera concurrentia, (quorum FG & *fg* sint ad axem Prismatis parallela,) ex adverso jaceant in directum. Quo facto, si Lux refracta projiciatur in papyrum MNX, pedes quasi duos distantem, obstaculum FG projiciet umbram in MH, purpuram efficiet in PHIQ, ac cæruleum Colorem in QILT, & permittet Lucem in LN. Dico jam, si Speculo aliquo $\mu\nu$X Colores ex alterutrà parte lineæ HL, velut HL*pt*, ita reflectantur, ut incidant in papyrum ad eundem locùm cum Coloribus HLPT, ex alterà parte Color omnis evanescet, totúmque HLPT apparebit album. Nam, purpuriformes Radii à Prismate ad PHIQ directè tendunt, & cetera quatuor Radiorum genera ad eundem locum reflectuntur à Speculo, incidentes, puta, in HI$\pi\chi$. Item, purpuriformes & cæruliformes directè tendunt ad QIXR, & cetera tria genera illuc reflectuntur ab I X$\varrho\chi$; & sic de reliquis: Adeò ut omnes omnium generum Radii passim per spatium PHLT misceantur, ibidémque componant Albedinem. Sed notandum est, quòd, cùm Lux Reflexione semper debilitatur, Radiis quamplurimis inter reflectendum amissis, exinde forsan eveniat, quòd Lux directa nonnihil prævalebit reflexæ, & Color ejus dominabitur, nisi compensatio fiat, ita papyrum inclinando, ut directa Lux paulò obliquiùs in eam incidat, quàm reflexa; de quà re facilè judicium feras ex perfectione Albedinis emergentis. TAB. XXIII.

Pars II. Sectio II.

Antequam ad aliud experimentorum genus tranſeo, neceſſarium erit, ut formam imaginis coloratæ, quam Lux per arctum orbiculare foramen in tenebroſum cubiculum influens, & per Priſma deinde tranſmiſſa effingit, paulò magis articulatim inſpiciamus, & ſingulorum ejus Colorum dimenſiones ac diſtantias ab invicem, nec non Refrangibilitatis gradus ſingulis Radiorum generibus competentes ſedulò rimemur.

Oſtendebatur ſub initio, quòd, ubi Priſma, (cujus angulus verticalis erat quaſi 63 grad.,) imaginem ad diſtantiam 22 pedum projiciebat, longitudo ejus erat $13\frac{1}{4}$ dig., & latitudo $2\frac{5}{8}$ dig.; Adeòque centra extimorum circulorum, ex quibus in longum diſpoſitis imago illa conſtitit, diſtabant $10\frac{5}{8}$ dig. Jam, ad hanc diſtantiam, ſive diſtractam longitudinem imaginis, ceteras ejus dimenſiones referre convenit, propterea quòd ad abſolutam ejus longitudinem, (quæ à magnitudine componentium circulorum dependet,) non habent certam relationem. Quò autem dimenſiones ejus majori ἀκριβείᾳ inveſtigarem, loca, ubi Colores in ſuo genere perfectiſſimi, eorúmque confinia in tranſverſam papyrum incidebant, calamo ſcriptorio notabam, &, obſervationibus hujuſmodi ſæpius repetitis & inter ſe collatis, has tandem concluſiones ſigillatim perdidici.

1. Cæruleus & violaceus ex unâ parte, & viridis, ac rubeus ex alterâ imaginem bipartiebantur; adeò ut viridis, & cærulei confinium, (quod thalaſſinum appellare poſſim,) meditullium ejus occuparet.

2. Locus, ubi porracea, ſive floridiſſima, Viriditas apparuit, diviſit imaginis diſtractam longitudinem in ratione 3 ad 5; utpote, longitudine illâ in 8 partes diviſâ, Viriditas illa tribus partibus à rubeo termino diſtabat, & quinque partibus à purpureo.

3. Spatium, per quod Viriditas omnis, aduſque cærulei & flavi confinium, diſtendebatur, fuit quaſi ſexta pars totius diſtractæ longitudinis.

4. Cærulei & purpurei confinium, ſive indicus perfectiſſimus, à con-



à confinio rubei flavique, sive à perfectissimo citrino, quasi $\frac{7}{12}$ partibus totius distractæ longitudinis distabat. De variis Colorum Phænomenis.

5. Denique, hæc indici & citrini distantia, per confinium viridis & cærulei, in ratione 2 ad 3 dividebatur; ita scilicet, ut confinium istud, sive meditullium imaginis, ab indico $\frac{14}{60}$ partibus totius distractæ longitudinis distaret, & $\frac{21}{60}$ partibus à citrino.

Cùm isthæc, quantà potui diligentià, observassem, non proprio tantùm sensu confisus, sed, (propter summam difficultatem præcisè distinguendi confinia Colorum, & loca maximæ perfectionis,) aliorum judiciis fretus; imaginis dimensiones juxta hæc inventa delineavi, quemadmodum videre est in *Fig.* 102. Scilicet, centris X & Y, $10\frac{1}{4}$ unciis distantibus, & semidiametris $1\frac{5}{16}$ unciis, semicirculos duos APC, & BTD è regione descripsi, & rectis AB & CD tangentibus connexui. TAB. XXIII.

Deinde lineà XY, (quam supra denominavi distractam longitudinem imaginis,) in 60 partes æquales divisâ, sumsi LY = 9, IY = 20, HY = 30, & FY = 44 partes ejusmodi. Et, perpendiculis ad ista puncta erectis, imaginem in quinque partes, Coloribus quinque insignioribus competentes, distinxi; parte PF referente expansionem violacei, & FH expansionem cærulei, & sic deinceps. Quo facto, coloratam Lucem in hanc figuram projeci, ut constaret denuo, an Color quilibet intra limites sic assignatos contineretur; &, cùm tota imago totam occupabat figuram, singuli etiam Colores cum singulis partibus quamoptimè conveniebant. Interea verò in spatiis istis loca observabam, (qualia in hoc schemate punctim notantur,) ubi singuli Colores saturi, & in suo genere illustrissimi, apparuêre.

Jam, horum locorum & limitum, Colores disterminantium, intervalla non alia fore manifestum est, etiamsi circulos ex quibus imago conflatur, per methodos sæpius recensitas, centris non mutatis, quantumvis minueres. Eâ scilicet de causâ, ut heterogenei plùs segregarentur, & Colores evaderent simpliciores. Quippe, cùm in ipsissimis rectilineis terminis AB, & CD, Colores sint ab-

Pars. II. Sectio. II. solutè simplices, & Colores in mediâ imagine propè lineam XY, cum istis, quibus interjacent, marginalibus congeneri appareant, ratio etiam suadet, quòd heterogeneorum mistura non sensibiliter mutet locum alicujus Coloris; siquidem, hinc & inde venientes, se mutuò contemperant. Sic, Radii viridiformes & purpuriformes per cæruleum sparsi æquipollent, & ideò non dimovent, aut conturbant Colorem illum, ut soli, (quamvis nulli purpuriformes intermiscerentur,) ibidem componerent & exhiberent. Sed hìc excipienda sunt spatia circulis terminalibus AC, & BD comprehensâ, ubi contemperamentum illud ex parte exteriori gradatim deficit, & ideo saturi Ruboris, qui solus, è præfinitis, in circulum terminalem se extendit, positionem in imagine è parte marginali, ubi transibit circulus, expedivi, ut indicat *Fig.* 103.
TAB. XXIII. In his autem si quid hæsites, possis experimenta de novo instituere, contrahendo imaginis latitudinem, ut circuli, ceteris paribus, minores evadant, & nullus dubito, quin omnia quadraverint.

Ceterùm, quamvis Colorum confinia in lineas ad F, H, I, & L, erectas incidebant, tamen loca, ubi saturi & intensi apparuère, non omnia constitere in medio interjecti spatii; nam cæruleus, qui in suâ specie illustrissimus erat & nullatenus purpurascens, propiùs ad F cadebat, quàm ad X; & plenissima Flavedo videbatur esse aliquantulùm propior ad H, quàm ad I. Atque ita, Rubedo & Purpura propiùs ad centra X, & Y, quàm ad alteros limites intensæ apparuerunt; soláque Viriditas in medio limitum F, & H, effloruit. Unde constat ratio, quòd, etsi flavus & cæruleus commixtione viridem componunt; rubeus tamen & viridis, propter majus intervallum, non bene componunt flavum; nec viridis & purpureus cæruleum. Cùm igitur Colores juxta medium constipatiores sunt, ita ut inter flavum & rubeum, juxta & inter cæruleum & purpureum, quasi triente majus intersit intervallum, quàm inter viridem & flavum, vel cæruleum sibi hinc & inde conterminum; quò imago elegantiùs in partes inter se proportionales distinguatur, in numerum quinque insigniorum Colorum duos alios, citreum scilicet inter rubeum & flavum,

flavum, ac indicum inter cæruleum ac violaceum, asciscere convenit; idque potissimè, quòd, post quinque insigniores, illi duo eminere videntur, spatiáque, ubi interserantur, pro speciei perfectione, satìs ampla obtinent; & sic exteriorum Colorum redundans expansio præscindetur, omnésque ad quantitatem Viriditatis, politiori symmetriâ, proportionati evadent. De variis Colorum Phænomenis.

His itaque intertextis Coloribus, observationes denuo instituebam, &, (ut breviter dicam,) omnia comparuêre juxta ac si partes imaginis, quas Colores occupant, proportionales essent chordæ sic divisæ, ut singulos gradus in octavâ resonare faciat. Quòd cùm tandem deprehendi, figuram imaginis in partes perinde divisi, ut videre est in *Schem.* 103. Atque iterum tentavi, quàm bene cum his partibus Colores convenirent. Scilicet, imaginis distractâ longitudine XY productâ ad Z, ut YZ sit æqualis XY, finge XZ chordam esse, quam in XY ita dividere oportet, quasi singula segmenta ad usque Z protensa singulos octavæ gradus (sol, la, fa, ut, re, mi, fa, sol) edere deberent. Id quod fiet bisecando XY in H, & trisecando in G & I, rursúsque trisecando XI in E, & capiendo KY quintam & MY octavam partem totius XY. Et semitonia EG & KM indicum & citrium referent, ceteríque quinque toni XE, FG, GH, HI, IK, ceteros quinque præcellentes Colores, quorum singuli, cùm tota Colorum congeries in totam figuram adæquatè incidit, intra has singulas respectivè partes comprehensi fuerint. Inque meditulliis harum partium circiter, Color quilibet in propriâ specie illustrissimus & intensissimus apparuit; etiam Purpura & Rubedo, quamvis ultra versùs P, ac T, marcescente Luce exundarunt. TAB. XXIII.

Ceterùm, hæc non adeò præcisè observare potui, quin ut fateri cogar ea posse paulò aliter fortasse constitui. Quemadmodum, si inter XZ, & YZ, sumantur undecim mediæ proportionales, quarum EZ secunda sit, FZ tertia, GZ quinta, HZ septima, IZ nona, & KZ decima; hæc etiam imaginis distributio cum Colorum expansionibus sat bene convenire videbitur. Nam, differentiæ adeò minutæ, quales inter hanc & superiorem distributionem intercedunt, acutissimo sensu judice, vix comparituros errores efficere possunt.

 Quan-

Quantùm verò diſtributiones iſtæ differunt, ex adjunctis numeris patebit, quorum ſuperiores ad chordam 720 partium ratione muſicâ diviſam reſpiciunt, & inferiores ad eandem chordam quamproximè diviſam ratione geometricâ.

Chorda muſicè diviſa

360. 320. 300. 270. 240. 216. $202\frac{1}{2}$. 180.

Chorda geometricè diviſa

360. 321. 303. 270. 240. 214. 202. 180.

Superiorem verò diſtributionem potiùs adhibui, non tantùm quòd cum phænomenis optimè convenit, ſed quòd, fortaſſe, aliquid circa Colorum harmonias, (qualium Pictores non penitus ignari ſunt, ſed ipſe nondum ſatìs perſpectas habeo,) ſonorum concordantiis, fortaſſe, analogas, involvat. Quemadmodum veriſimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quæ eſt inter extimam Purpuram ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavæ terminos, (qui pro uniſonis quodammodo haberi poſſunt,) reperitur.

Ex his demum proportiones ſinuum Refractionis cuique Radiorum generi competentium, (ratione mechanicâ,) determinantur; utpote, ad vitrum aeri contiguum, cùm ſinus Radiorum hinc & inde extimorum ſint ut 68 ad 69, divide intermediam unitatem in ratione partium hujus imaginis, & orientur 68, $68\frac{1}{8}$, $68\frac{1}{5}$, $68\frac{1}{3}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{2}{3}$, $68\frac{7}{9}$, 69, pro ſinubus ad confinia terminóſque ſingulorum ſeptem Colorum pertinentibus, reſpectu communis ſinûs Incidentiæ $44\frac{1}{4}$, cùm Refractio fit è vitro. Cùm verò fit in vitrum, pro ſinubus iſtis adhibe numeros 68, $68\frac{2}{9}$, $68\frac{1}{3}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{2}{3}$, $68\frac{4}{5}$, $68\frac{7}{8}$, 69, exiſtente communi ſinu Incidentiæ 106. Et pro ſinubus ad Radios, ubi Colores ſunt in propriis ſpeciebus perfectiſſimi, pertinentibus, numeri inter hos numeros intermedii adhiberi poſſunt.

Sic, ad aquam aeri conterminam, ubi extremi ſinus Refractionis ſunt 90 ad 91, ſinus intermedios per conſimilem unitatis intermediæ diſſectionem, (ſtatuendo ſcilicet eſſe 90, $90\frac{1}{8}$, $90\frac{1}{5}$, &c.

vel

vel 90, $90\frac{2}{5}$, $90\frac{1}{7}$, &c.,) elicere possis. Ast, hìc memento determinationes hasce non esse præcisè geometricas, sed tam proximè tamen accuratas, quàm exigunt hujusmodi res practicæ; & quidquam ampliùs moliri, præter computandi tædium, affectatam & inanem curiositatem argueret. De variis Colorum Phænomenis.

Sunt & aliæ circa hos Colores circumstantiæ, quas jam determinare potuissem; quemadmodum variæ eorum formæ & expansiones, pro variis positionibus Prismatis circa axem convolventis; vel, pro variâ materiâ refractivâ, ex qua Prisma fabricatur, quâve circumdatur; vel etiam, pro variâ magnitudine ejus anguli verticalis. Sed ea omnia ex ostensis in parte priori, (conferendo cum jam explicatis,) sat manifestantur; ut & effectus, quantùm scio, omnes, quos vel unicâ tantùm Refractione, vel utcunque pluribus, & quâvis terminatione Lucis elicere liceat.

## *De Phænomenis Lucis per Prisma in Oculum transmissæ.*

Post explicata Colorum à parietibus, aliisve objectis reflexorum phænomena, ordo postulat, ut ad affines objectorum trans Prismata prope Oculum interposita conspicuorum apparentias explicandas jam animum adjiciam. Et, cùm doctrinam in quinque Propositionibus supra traditam, per prioris generis experimenta solummodo probaverim, & hoc experimentorum genus, eò quòd non sit adeò simplex, consultò reticuerim, explicationem ejus jam fusè tradere non pigebit.

Hic ideo imprimis recordari oportet, quòd objectorum mediante Refractione visorum imagines, non in propriis locis, sed aliis quibusdam videntur, à quibus videlicet refracti Radii rectà ad Oculum tendunt: atque adeò, si ita refringantur, ut, qui fluunt ab iisdem partibus objecti, à diversis locis directè ad Oculum veniant, objectum illud in totidem locis apparebit. Sit, ex. gr. X (*Fig.* 104.) objectum; O Oculus; & BC Lens interposita, quæ pluribus planis superficiebus CD, DE, EF, &c., terminetur, sicut ad objecta multiplicia reddenda fabricari solet. Dein, suppone hæc plana Radios in sese incidentes ita refringere, ut TAB. XXIII.

Oculum

Pars II. Sectio II. Oculum petant quasi à loco $x$ venientes, qui incidunt in planum DE, vel à loco $y$ venientes, qui incidunt in Planum ET, & sic porrò; & manifestum est; tum ratione, tum experientiâ suadente, quòd idem objectum X in diversis locis, $x$, & $y$, ad instar plurium videbitur.

Ad eundem modum, stantibus jam positis, nisi quòd, vice polygoni BC, Prisma ABC (*Fig.* 105.) substituatur, cùm è præmonstratis constat, quod è Radiis versùs Oculum refractis, purpuriformes, propter maximam Refrangibilitatem, longissimè à lineâ rectâ Oculum & objectum interjacente divaricant. Suppone, quòd Oculum petant quasi venientes à P, & quòd rubriformes Oculum petant quasi venientes à T, ceteríque in locis intermediis, pro gradu Refrangibilitatis, fluant; & manifestum est, quòd objecti, si ope purpuriformium Radiorum solummodo conspiceretur, imago foret ad P, ídque cærulei Coloris; sin Radiis solummodò rubriformibus conspiceretur, imago ejus ad T existeret, ídque rubei Coloris; & ad R viridis appareret, si modò viridiformibus Radiis conspiceretur; & sic præterea. Quòd, si objectum duo tantummodo Radiorum genera simul emitteret, duplicem sortiretur imaginem; sic, emissis rubriformibus & purpuriformibus Radiis, imago altera ad T rubea appareret, & altera ad P purpurea. Et sic denique, si omne genus Radiorum simul emitteret, (ut solent corpora naturalia,) tunc innumeras Colorum gradatim differentium obtineret imagines, per totum spatium PT ordine continuo dispositas; quæ, cùm in locis, non penitus discretis, formarentur, se mutuò obliterarent, efficeréntque, ut nil, nisi confusa Colorum series appareret.

TAB. XXIV.

Hoc pacto quidem Colores omnigenos generari oportet, cum objecti lucidi, Nigredine, vel tenebris terminati, perexigua est apparens magnitudo, qualis est Solis, vel Lunæ, aliorúmve syderum, aut foraminis in fenestrâ Lucem à nubibus in obscurum cubiculum intromittentis. Quòd, si expansius objectum intueamur, quale ad X designatur; terminum ejus GH vertici Prismatis propiorem imprimis animadvertamus; & manifestum est, quòd imaginum ejus, ex variis Radiorum generibus formatarum,

pur-

De variis Colorum Phænomenis.

purpureâ longiſſimè omnium, veluti ad P, divaricante, Color ille apparebit extimus. Imago autem viridis, adusque R translata, cum parte aliquâ purpureæ imaginis, ut & intermediæ cæruleæ, ibidem coincidet & confundetur, à quâ miſturâ cæruleum Colorem generari oportet. Et rubea in T terminata cum partibus ceterarum omnium imaginum eousque extensis coincidet, & Colorem objecti ibi reſtituet, album, puta, ſi modò objectum ſit albi Coloris.

Et, quemadmodum juxta limitem GH, objectum purpureo & cæruleo fimbriatum apparebit; ſic, in oppoſito limite IK, per conſimile ratiocinium, patebit alteros Colores, rubeum flavúmque, produci.

Nec ſecus, cùm ejuſdem objecti partes aliquæ ſunt aliis utcunque lucidiores, Colores varii generari debent.

Et quantitas anguli POT, ſub quo Colores apparent, erit maxima cùm Priſma ſtatuitur Oculo viciniſſimum, eóque minor evadet continuò, quò Priſma propiùs ad Objectum collocatur. Quemadmodum, ſi Priſmatis ex vitro confecti angulus verticalis ſit 60. gr., Colores ſub angulo 2°. 2′ circiter apparebunt, cùm proximè Oculum diſponitur; & 1°. 1′. cùm in mediâ, inter Oculum & objectum, diſtantiâ ſtatuitur; & quaſi $30\frac{1}{2}$ min. cùm triplò plùs diſtat ab Oculo quàm ab objecto; & ſic præterea. Hìc autem ſuppono Radios ad utramque ſuperficiem ejus æqualiter refringi. Nam, cùm poſitionem ad Radios ex alterutrâ parte obliquiorem, convertendo circa axem, acquirit, ille angulus augebitur. Suppono etiam objectum ſatìs lucidum eſſe, ac tenebris denſiſſimis terminatum, ut Colores adusque ſummas extremitates videri poſſint. Nam, ſecus, per latitudinem jam aſſignatâ minorem, diſtendi videbuntur, ut ut de quantitate aliíſque Colorum circumſtantiis in quibuſlibet objectis ſub dio conſpectis apparentium, ídque pro Refractionibus utcunque factis, ex his facile eſt conjicere.

Ceterùm in allatæ doctrinæ illuſtrationem phænomena aliquot inſigniora & minùs obvia ex abundanti jam breviter deſcribere eſt animus.

Pars II. Sectio II. TAB. XXIV. Et imprimis, accepto filo aliquo PT (*Fig.* 106.,) ejus alterum dimidium PR cæruleo Colore tinxi, atque alterum RT Colore rubeo. Dein, Prisмate adhibito, hoc filum intuebar, cujus à tergo, nisi locus erat tenebrosus, corpus aliquod nigerrimum statuebam, vidíque præfata dimidia, non in directum jacentia, sed in duas lineas discreta, quas in *pr* & *st* habes designatas. Scilicet, cærulei dimidii, propter majorem eorum Radiorum Refractionem, imago paulò longiùs translata fuit. At, linea tamen subobscura ipsius PT refracta apparuit, cujus partes in directum jacere & à quâ Colores aliquantulum prostare visi sunt; id, quod ex imperfectione, & mixturâ in utrisque fili Coloribus latente contigit. Nam, quantò illustriores erant & simpliciores, ea linea tantò obscurior euasit, & Colores *pr*, & *st*, clariores & magis interrupti.

Ceterùm, cum Lux, quam filum tenue reflectit, perexigua sit, TAB. XXIV. præstat adhibere corpus aliquod expansius, quale per PN (*Fig.* 107.,) designatur, quod, v. g., concipe papyrum esse ex parte PRLK cæruleam, & ex alterâ parte rubeam. Tum Prismate juxta Oculum interposito, nigróque corpore, aut loco tenebroso, ponè hoc objectum sito, videbis imaginem cæruleæ partis paulò longiùs translatam esse, terminis *pt*, & *kn* in confinio Colorum *rs*, & *lm*, ut antè diffractis. Sed hìc summè cavendum est, ut papyrus cum crassis & intensis Coloribus illinatur.

Huic affine est experimentum, cùm statui duo Prismata ad foramina duo, quibus Lucis patuit aditus in tenebrosum cubiculum, ac in eo situ disposui, ut unius Purpura, & Rubor alterius, in eundem locum coirent. In quo loco fixi papyri segmentum circulare, & non latius dimidio, vel triente, latitudinis coloratarum imaginum, eapropter, ut duobus illis solummodo Coloribus illuminaretur. Quo facto Papyrus pallidi cujusdam Coloris apparuit. Tum ceteris utrinque Coloribus objecto nigro terminatis, vel, (quod satiùs erat,) longiùs projectis, ut præfata papyrus nigredine, vel tenebris, circumcincta appareret, tertium Prisma ad Oculum applicavi, & ad distantias abinde, pro arbitratu, varias me submovens, unicæ illius subpallidæ papyri geminam vidi imaginem,

ginem, purpuream, & rubeam. Et imago purpurea longiùs à papyro translata erat, quàm rubea, prout major eorum Radiorum Refrangibilitas exigit. Rem *schemate* 108 designatam habes, ubi papyri *p*T imagines sunt X & Y. De variis Colorum Phænomenis. TAB. XXIV.

Ad eundem modum, si duo pulverum genera, quorum alterum perfectè rubrum est, & alterum purpureum, vel indicum, sine misturâ cyanei, viridis, aut flavi parari possent, objectum aliquod perexiguum cum misturâ pulverum istorum crassè illitum, geminam imaginem exhiberet: spectaculum fortè causas ignorantibus mirandum. Sed vereor, ut pulveres Coloribus adeò simplicibus prædití parari possint.

His præterea non multùm dissimile est, cùm Colores duorum Prismatum ita in parietem trajiciuntur, ut, (unius Rubore contingente purpureum alterius,) in directum jaceant, quemadmodum videre est ad P τ, &, mediante Prismate parallelos interposito intuentur. Nam, imagines, non ampliùs in directum jacebunt, sed ab invicem apparebunt distincta, sicut ad *mn* & *μν* designantur, *Fig* 109. TAB. XXIV.

Atque ita, si duo Prismata A, ac B (*Fig* 110) sic statuantur, ut eorum Colores ad locum P*p* adæquatè incidant in ordine tamen contrario, Purpurâ alterius A cadente ad *p*, & Rubore ad P; alterius autem B Purpurâ cadente ad P, & Rubore ad *p*; & per tertium Prisma EF imagini P*p* parallelum perspexeris; unicæ P*p* duas decussantes imagines intueberis, alteram MN è Coloribus Prismatis B productam, & alteram *mn* è Coloribus Prismatis A. Et, quò longiùs ab objecto P*p* te conferas, eò magis extremitates imaginum M à *n*, & N à *m* distabunt.

His etiam contraria sunt experimenta, quòd objecta duo, sive sunt circelli chartacei X & Y (*Fig*. 108.) diversis Coloribus illustrati, sive diversorum Prismatum paralleli, vel decussantes Colores, ut MN & *mn*, (*Fig*. 110) ita possunt, mediante alio Prismate, conspici, ut in unum coalescere videantur. TAB. XXIV. TAB. XXIV.

Et, præter jam recensita, perinsigne est hujusmodi experimentum, quo objecta Coloribus, per interpositionem Prismatis, denudantur, quibuscum nudo Oculo tincti apparent. Instantiam in

Pars II. Sectio II. TAB. XXV. Solis imagine coloratâ accipe; quæ in parietem à Prismate ABC (*Fig.* 111.) projecta, cùm cernitur mediante alio parallelo Prismate *abc* manibus prehenso, cujus vertex ad plagas versùs rubeum Colorem convertitur, si Spectator se longiùs ab imagine gradatim amoveat, percipiet Colores paulatim contrahi, & ad invicem eousque accedere, donec tandem uniti reficiant imaginem albam & circularem. Id, quòd accidet, cùm Spectatoris eadem est à Coloribus distantia ac Prismatis ABC, si modò Prismatum anguli verticales æquentur. Et ratio ex eo manifesta est, quod oblongam illam imaginem ex circulis, sive circularibus imaginibus, infinitè multis, & in longum continuè dispositis, efformatam esse docuerim; quare, quæ sunt ad purpuream extremitatem longiùs per Refractionem secundi Prismatis transferuntur, ut ceteras assequi possint, & sic omnes coincidere.

Ad hunc modum, cùm objecta quælibet, ut QR, foras posita, confusas & coloratas eorum imagines, ut X*s*, ad parietem per Prisma transmittunt, si mediante alio Prismate inspicias, possis imagines hasce Coloribus denudare, & efficere præterea, ut distinctiores appareant, quemadmodum ad *qr* (*Fig.* 111.,) videre est. TAB. XXV. Quoniam verò ad sufficientem copiam Lucis requiritur, ut foramen F sit amplum; per ejus autem amplitudinem transmissæ imagines evadunt confusæ, Lens aliqua convexa, ut MN, prope foramen istud statuenda est, quæ Radios, à singulis punctis objecti foras positi venientes, congreget in totidem aliis punctis ad parietem, & insuper Prismata debent esse admodum transparentia, perpolita, & superficiebus accuratè planis terminata, inque situ, quàm poteris exactè, parallelo disposita. Tanta quidem diligentia non requiritur, ut imagines *qr*, X*s* sine Coloribus appareant; sed, ut inter tot ac tantas Refractiones distinctæ appareant, præter accuratam fabricam vitrorum, requiritur experientis ingenium, quo omnia rectè disponantur.

Hìc in cumulum præterea adjici potest, quòd objecta, quò simpliciori Luce illuminantur, eò distinctiora per Prismata apparent; quippe, cùm eorum per Prismata sub dio visorum confusio ex inæquali Refrangibilitate illuminantium Radiorum oriatur. Et hinc

hinc est, quòd solaris imaginis sæpius commemoratæ termini rectilinei, (in quibus nullam esse heterogeneorum Radiorum commisturam indicavi,) præ ceteris omnibus objectis distincti, mediante Prismate, appareant. Et sic, Muscæ, & similia Animalia, cùm in rubeâ, vel aliâ quavis Luce simplici, Prismatibus elicitâ, statuantur, transvidentur solitò distinctiores. Quinetiam Oculus Engyscopio armatus, omnia hâc Luce simplici illustrata, distinctiora cernit. Id, quod insignem in contemplatione Insectorum vel texturæ aliarum rerum naturalium præ se usum ferre potest. De variis Colorum Phænomenis.

In tertiâ Propositione supra * de phænomenis quibusdam disserui, ubi è Radiis ad refringentem superficiem æqualiter inclinatis aliqua genera pervasêre, dum alia penitus reflectebantur; & illis affinia quædam jam attingere opportunum duco. Esto S Spectatoris Oculus, quo Lucem à nubibus sub dio ingressam planum FG, (*Fig.* 112.,) reflexam à plano HI & plano FH regressam excipit; &, cùm Prisma commodè statuitur ita, ut Radiorum, è medietate basis HI versùs Oculum reflexorum, angulus Reflexionis sit quasi 50 gr., pars proximior basis remotiori aliquantùm obscurior videbitur, & in utriusque partis confinio fimbria, qualis DE sub-cærulei Coloris apparebit. Utpote, cùm Radii, qui à remotiori parte basis ad Oculum reflectuntur, obliquiùs incidant, quàm qui eò resiliunt à parte proximiori, talis potest assignari eorum circa medium basis obliquitas, ut è proximioribus, propter minorem obliquitatem, aliqui perrumpere & refringi possint, dum remotiores, propter majorem obliquitatem, omnes ad Oculum reflectuntur. Sic, ad vitrum, cujus Refractionem per rationem sinuum 42 ad 62 metimur, in plano SABC ad Prismatis longitudinem transverso, posito angulo C*t*S 49°. 22′; ang. C*r*S 49°. 44′; & ang. C*p*S 50°. 5′; *t* erit limes Refractionis rubriformium Radiorum, ultra quem nulli superficiem HI penetrabunt, qui, propter debitam obliquitatem Incidentiæ, ad Oculum reflecti possunt; & à citeriori parte C*t* complures è Radiis sic incidentibus, propter minorem obliquitatem, pervadere possunt & refringi, qui Oculum peterent, si modò reflecterentur. Et sic, *r* erit limes Radiorum viridiformium, & *p* limes purpuriformium. Adeòque super- TAB. XXV.

* Pag. 198 & seq. hujus.

Pars II. Sectio II. ſuperficiei IH pars citima C*p*, propter complures Radios omnis generis tranſmiſſos, obſcurior apparebit, quàm pars ultima *t* B, quà omnes, qui Oculum attigêre, eò reflectuntur. Et, quia rubriformes à limite *t*, & viridiformes à limite *r* incipiunt ex parte pervadere, manifeſtum eſt, quòd ex illis pauciores à ſpatio *p t* ad Oculum reſilient, quàm è purpuriformibus, qui non priùs incipiunt pervadere, quàm ad limitem *p*; ut & pauciores, quàm è cæruliformibus, qui ad limitem inter *p* & *r* tantùm pervadere incipiunt. Et proinde, in illo ſpatio purpureus & cæruleus Color aliquantulùm dominabitur. Déque totâ ſubcæruleâ lineâ DE conſimilis eſt diſcurſus.

Hæc autem linea, non recta eſt, ſed, in morem arcûs, incurvata; propterea quòd puncta Radios à baſi Priſmatis ad Oculum in angulo Reflexionis dato reſilientes reflectentia ejuſmodi curvam conſtituunt.

Quod ad Refractiones, in ſuperficiebus Priſmatis FG, & FH, factas ſpectat, nihil refert in remotiori FG quænam ſint, dummodo Radii è proximiori FH perpendiculariter emergant, angulo KHG exiſtente quaſi $40\frac{1}{4}$ gr. Quòd ſi angulus ille major exiſtat, Colores in lineâ DE, adjuvante Refractione, paulò diſtinctiores evadunt; & minùs diſtincti, ſi ſit minor. Major etiam Oculi à Priſmate diſtantia, vel, (quod perinde eſt,) pupillæ coarctatio, Colores nonnihil perficit.

Ad hæc, cùm duo Priſmata, parallelis axibus & baſibus contiguis, ad invicem applicantur, & in eo ſitu colligantur, iidem omnino effectus per Radios ab aere intercluſo reflexos producuntur. Sed, Radii tranſmiſſi contrarios exhibebunt. Eſto ACDB (*Fig.* 113.) ſectio utriuſque Priſmatis ad eorum longitudines perpendiculariter tranſverſa; & CB contactus baſium, aut potiùs aer intercluſus. Quippe, Priſmata vix queant tam arctè comprimi, quin ut aer nonnullus in morem tenuiſſimæ lamellæ maneat intercluſus. His poſitis, Oculo S Radios à CB, lamellâ aeris interjectâ, reflexos intercipienti, omnia apparebunt, ut antè: at Oculo *s* trajectos excipienti, omnia cernentur contraria, ſpatio *t* B opaco & obſcuro exiſtente, & C*p* tranſlucido, ac eorum confinio *p t*, juxta

TAB. XXV.

juxta *t*, Ruborem saturum; juxtáque *r*, citrium flavúmque exhibente; qui Color usque ad *p* gradatim diluitur, ubi in album *p* C desinit. Et hi Colores longè intensiores & illustriores apparent, quàm subcæruleus Color ex alterâ parte ad Oculum S reflexus. Quorum quidem omnium rationes è supradictis patent; siquidem, è Radiis versùs Oculum *s* tendentibus, qui incidunt in superficiei partem *t* B, omnes, propter nimiam obliquitatem, aliò reflectuntur, solíque rubriformes superficiem istam à C usque ad limitem *t*, viridiformes ad limitem *r*, & purpuriformes ad limitem *p*, tantùm pervadere possunt. De variis Colorum Phænomenis.

Ceterùm, hìc cavendum est, nequa Lux in superficiem CB à parte D incidat, quæ, vel ad Oculum *s* reflexa vel transmissa ad Oculum S, Colores conturbet. Et insuper, ne Refractiones à superficiebus AB, & CD, factæ ad effectus jam explicatos quicquam conducere videantur, præstat, ut superficies istæ statuantur parallelæ, quò mutuos effectus, (ex opinione receptâ,) destruere possint.

### *De phænomenis Lucis per medium refractivum parallelis planis terminatum transmissæ.*

Transactis triangularium Prismatum phænomenis, quæ quadrangulis per parallela plana efficiuntur, jam opportunè subveniunt enarranda. Id, quod lubentiùs aggredior, cùm Philosophi hactenus crediderunt Colores nullos hoc pacto generari, existimantes posteriorem superficiem effectus omnes per contrariam Refractionem Radiis auferre, quos prior inducit: & hoc pro experto habere rati, quòd in vitris fenestrarum aut aliis consimilibus nullos produci videant. At, in eo decepti sunt, quòd hujusmodi Colorum quantitas & perfectio dependet à distantiâ parallelarum superficierum. In laminis quidem vitreis, propter parvum superficierum intervallum, Colores sunt adeò tenues & exiles, & in spatio tam angusto comprehensi, ut effugiant sensus: at, cùm vitra magis crassa adhibentur, aut potiùs vitrea vascula parallelepipeda aquâ limpidissimâ plena, Colores tunc liquidò generari cernuntur. Nam

*Pars* II. Sectio II. TAB. XXV.

Nam, concipe ABCD (*Fig.* 114.) esse vitreum, vel aqueum, parallelepipedum aere circumcinctum, cujus ex oppositis & parallelis planis duo, lineis AC, & BD, designentur. Et Sol illud per exiguum foramen F obliquè transluceat, ejúsque paralleli, vel convenientes, Radii in anteriori superficie ad H ita debent inæqualiter refringi, ut ab invicem deinde divergant, usque dum incidant in posteriorem superficiem ad PT, & ibidem Colores omnigenos depingant, perinde ut supra sat fusè explicui. Jam, cùm, propter parallelismum superficierum refringentium, Radii tantùm à posteriori recurventur, quantùm incurvantur à priori, necesse est, ut sibi ipsis, ex aere secundùm SH incidentibus, emergant paralleli, adeòque distantias ac positiones acquisitas in infinitum servent, & elicitos Colores eò usque sine aliquâ variatione promant. Quemadmodum, si PH, è refractis ad H, sit purpuriformis Radius, & TH rubriformis, eorum denuo refracti P*p* ac T*t* incidentibus SH, adeòque sibimetipsis, paralleli emergent; & proinde Purpuram & Rubedinem, quam ad P ac T exhibuere, ad quamlibet distantiam *pt* immutatam transferent, & sine quâvis uspiam variatione conservabunt, purpureo à P in *p* translato, rubeo à T in *t*, ceterísque à locis intermediis in loca correspondentia.

Hoc equidem præcisè debet evenire, si modò Radii secundùm eundem SF, vel parallelas lineas, in hoc Prisma inciderent; siquidem, tunc emergent paralleli: at, cùm inclinantur ad invicem, uti de promanantibus à diversis partibus solaris disci contingit, tunc etiam emergent inclinati, & eapropter mutationes quasdam in ulteriori translatione patientur. Utpote, circuli à singulis Radiorum generibus effecti, ex quibus, in longum dispositis, colorata Solis imago in superficiem BD procidens constituitur, propter divergentiam Radiorum in foramine F decussantium eò dilatiores evadunt, quò Radii longiùs post emergentiam fluunt; dum eorum centra, quæ Radiis à centro Solis, secundùm eandem quampiam lineam, ante Refractionem effluentibus illuminentur, easdem, post Refractionem, distantias & positiones inter se perpetuò conservant. Et hinc est, quòd spatium *prt* solari Luce, in tene-

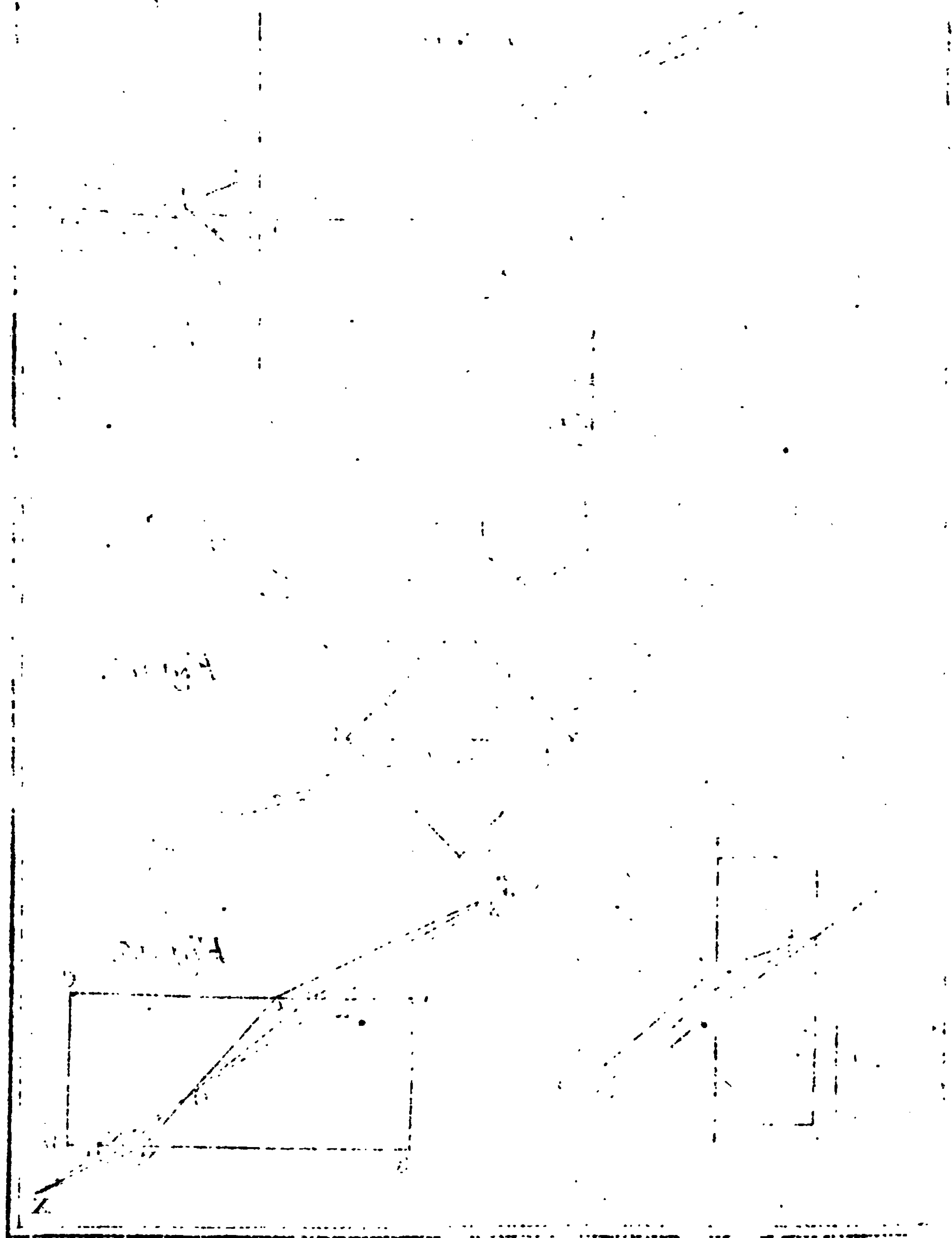
tenebrosum cubiculum immissâ, illuminatum, eò magis dilatetur, & in orbicularem formam contrahatur, quò longiùs post Prisma terminatur; & Viriditas in medio R, siqua sit, paulatim transmigret in Albedinem, vel, si nulla sit, sed propter angustiam Prismatis hujus, aut amplitudinem foraminis Lucem intromittentis, Albedo medietatem Colorum occupet, eadem Albedo sensim dilatetur. Sed Colores tamen hinc inde non diluuntur, nec in spatium angustius contrahuntur, utut minùs luminosi, propter dilatationem imaginis, evadant. De variis Colorum Phænomenis.

Ad hæc, si mediante parallelepipedo intueamur visibilia, Coloribus non secus tingantur, quàm si Prisma triangulare adhiberetur; præsertim, si parallelepipedum ad pertransientes Radios sat obliquetur, ut multùm refringat, & objecta sint admodum propinqua. Nam, si objecta longinqua sint, sive intervallum istud intercedat parallelepipedum & objecta, sive parallelepipedum & Oculum, utcunque Refractio per obliquitatem parallelepipedi fiat magna, Colores tamen non generabuntur. Sit X (*Fig.* 115.) punctum lucidum Radios per parallelepipedi refringentia plana AC, & BD, ad Oculum S emittens, & manifestum est, quòd ducta S*t*NX, quæ rubriformem Radium designet, & S*p*MX, quæ designet purpuriformem, hi Radii ad utramque superficiem æqualiter refringentur, adeóque triangula *p*S*t*, MXN similia conficient, purpuriformi Radio, propter majorem Refrangibilitatem, hinc & inde apud *p*, & M, plùs vergente à directo tramite, quàm rubriformis: unde necesse est, ut sese alicubi intra Prisma decussent, quemadmodum videre est ad O, iterum conficientes triangula *p*O*t*, MON, similia, sive trapezium S*p*O*t* simile trapezio XMON, adeòque Oculum petent, tanquam si primariò fluxissent ab eodem O, & Refractionem ab unicâ tantùm superficie AC passi fuissent. Et hinc non tantùm sequitur Colores generari, sed & angulum *p*S*t*, sive Colorum apparentem latitudinem, aliásque circumstantias pro quâlibet Oculi positione determinari posse. Quemadmodum manifestius erit, si conferas cum experimento, quo objecta in aquam altè immersa obliquè inspicienti Coloribus nonnihil tincta videntur, propter Refractionem stagnantis superficiei. Nam AC TAB. XXV.

Pars II. Sectio II. superficiem stagnantis aquæ, & O objectum aliquod immersum, quod Spectator S intuetur, referre potest. Quod quidem O facilè invenies, ducendo rectam SX, quæ refringentes superficies secet in K, & L, ac dividendo in O, ut sit SK ad LX ut SO ad OX, sive ut KO ad OL.

Quinimò, ad hæc experienda pro parallelepipedo vas optimè adhiberi potest, quod in fundo transfoditur, & vitri laminâ perpolitâ & horizonti parallelâ resarcitur, ut aquam cohibere potest. Nam, cùm aqua ad altitudinem pedis, aut ampliùs, infunditur, Lux, per vitri aut aquæ istius parallelas superficies obliquè trajecta, Colores pro more explicato producet, possisque, successivè collocando objecta ad X & O, phænomena conferre. Id, quod etiam fieri potest disponendo duo vitrea Prismata triangularia, ut TAB. XXVI. ACE, DBF (*Fig.* 116.) ad distantiam pedis, aut ampliùs, in eo situ, ut eorum latera correspondentia, AC ad DB, & CE ad BF, evadant parallela, & Radii per interiores superficies perpendiculariter, proximè, trajiciantur. Tunc enim exteriores AC, & BD, refringentia plana parallelepipedi referent. Et, propter vitri majorem quàm aquæ vim refractivam, Colores elicientur magis illustres.

Et hæc de Colorum à parallelis planis genesi monuisse sufficiat; nisi fortè juvet annotare diversitatem effectuum, qui ab hisce producuntur, & à triangularibus Prismatibus. Ejusmodi sunt 1°., quòd Colores, cùm in papyrum projiciuntur, splendidiores evadunt per auctam papyri longinquitatem, si modò Prisma sit triangulare; sin parallelepipedum, hebescunt. 2°. Cùm objecta per Prismata triangularia transpiciuntur, Colores itidem splendidiores evadunt ex objectorum auctâ longinquitate, at secus fit in parallelepipedis. 3°. Cùm Sol translucet Prisma triangulare, Colores oriuntur, terminando Lucem ex utràvis parte Prismatis: at, cùm translucet parallelepipedum, Colores non oriuntur terminando Lucem à posteriori ejus parte. Cujus rei ratio est, quòd heterogenei Radii à triangulari Prismate divergentes fiunt, adeòque, post emergentiam, plùs pluſ-



plùſque ſegregantur; at in paralleliſmum reſtituuntur emergentes è parallelepipedo, & non ampliùs ab invicem recedunt. Denique notum eſt, quòd Colorum, in extremam partem Oculi, in Solem vel lucernam per Priſma triangulare reſpicientis, quilibet aſtans videbit ordinem ei contrarium, quem videt ipſe Spectator. At, cùm parallelepipedum adhibetur, idem erit ordo Colorum in utroque caſu, propter decuſſationem Radiorum in parallelepipedo, ubi Spectator tranſpicit, quemadmodum inſpicienti ſchemata manifeſtum. De variis Colorum Phænomenis.

Et ex hâc effectuum diverſitate phænomenon componitur, quo Colorum ad diverſas diſtantias diverſi fiant ordines. Utpote per vas aqueum ABCD, (*Fig.* 117.) in cujus fundo YZ refert laminam vitream, quam in ſuperioribus horizonti parallelam eſſe ſuppoſui, jubare trajecto, ſi vas ad partes Solem verſùs allevetur, ut fundum ejus magis obliquetur ad perlabentem Lucem, quàm ſuperior ſtagnans ſuperficies; heterogenei Radii, propter majorem in egreſſu Refractionem, convergentes evadent; adeòque, decuſſando, mutabunt ſitum. Si Lucem chartâ proximè egreſſam excipias, Purpura cadet infra Ruborem; & chartam longiùs differendo in loco decuſſationis, per commiſturam evaneſcent converſi in Albedinem, ac poſtea de novo emergent in ordine contrario, ut videre eſt ad Q, R, & V, TAB. XXVI.

Ad aliud experimentum jam tranſeo his quodammodo affine; quo Colores, non à parallelis quidem ſuperficiebus generantur, ſed à ſuperficiebus ita inclinatis, ut interpoſitâ Reflexione parallelarum rationem habeant. Sit SF (*Fig.* 118.) linea Coloribus omnigenis irradiata, quorum purpurei, dum ad F ingrediuntur Priſma, refringuntur verſùs H, & rubei verſùs G; abinde verò reflectuntur ad K, & I; unde egredientes refringuntur denuo ad M, & L. Dico jam, ſi Priſmatis anguli ABC, & CAB, æquentur, emergentes Radii IL, & KM, paralleli erunt. Nam, in triangulis FGA, IGB, cùm anguli A, & B, ex hypotheſi, æquentur, ut & anguli FGA, & IGB, propter æqualitatem Incidentiæ & Reflexionis, triangula erunt ſimilia, anguliſque AFG, TAB. XXVI.

Part II. Sectio II. BIG æquales, atque adeò æqualis erit Refractio in F, & I, & inde anguli CFS, CIL, æquales. Et, eâdem ratione, patebit angulum CKM angulo eidem CFS æqualem esse, adeòque Radios IL, & KM, parallelos. Jam, cùm Radii IL, & KM, secundùm eandem lineam SF successivè incidentes, non secus emergant paralleli quàm in præcedentibus; ubi superficies refringentes erant parallelæ, eadem omnia phænomena, quæ ibi ostensa sunt, huic competere certum est. Quemadmodum, Lucem Solis Coloribus tingi, si Prisma satìs amplum adhibeatur, ut spatium FGI, vel FHK, sufficiat ad efficiendam sensibilem divergentiam Radiorum, antequam, per iteratam Refractionem, in parallelismum reducantur; sed ejusmodi Colores, non perfectiores, per longinquitatem obstaculi quo interciduntur, evadere. Item, istos Colores, si Oculo postposito immediatè excipiantur, eò magis manifestos fore, quò objectum, quod intuemur, sit Oculo propinquius; ut, & eò magis, quò anguli CAB, & CBA, majores existant; & eundem denique ordinem servare cùm in obversum Oculum directè mittuntur, atque cùm cernuntur ad parietem, aliudve obstaculum terminati. Hæc, inquam, evenire debent, si amplum Prisma adhibeatur, (quale ex aquâ vitro circumdatâ fabricari possit,) & anguli A, & B, constituantur æquales. At, in angustis Prismatibus, distantia Radiorum IL, & KM, minor est quàm ut Colorum sensibilis possit esse latitudo, & cùm anguli A, & B, sunt inæquales, perinde est, ac si refringentes superficies, in præcedentibus, non sunt parallelæ, & similes sunt effectus.

Quod de Coloribus dicitur, cùm unica tantùm Reflexio Refractionibus intervenit, facilè applicatur ad alios casus, ubi plures interveniunt; sed placet aliquod præterea de Reflexionibus exponere, quibus generantur effectus, quos solæ Refractiones exhibere possunt. Sit SF, (*Fig.* 119., ) ut priùs, linea diversis Coloribus successivè irradiata, qui versùs *p*, *t*, aliáque intermedia loca, pro gradibus Refrangibilitatis, à Prismatis latere BC reflectantur ad M, N, ubi iterum impingentes in latus AC refringuntur denuo ad P, T, & Colores ad P, T perinde apparebunt, atque

TAB. XXVI.

ad

ad $\pi\tau$ apparerent, si modò Radii F$p$, F$t$, &c. per duplum Prisma ABC; (ideſt, per Priſma, cujus angulus verticalis AC$b$, ſit duplo major hujus angulo verticali ACB,) rectà fluxiſſent ad $mn$, & inde verſùs $\pi\tau$ refringerentur. Nam, pares ſunt omnes utrobique anguli, ſive à plano BC, per AC verſùs PT reſiliant Radii, ſive longiùs per BC pergant ad $\pi\tau$, utpote angulus C$t$N (=B$t$F)=C$tn$; & inde CN$t$=C$nt$; adeòque CNT =C$n\tau$. Atque idem in aliis Radiis intellige. Cùm autem præcipuæ Colorum ad $\pi\tau$ circumſtantiæ in ſuperioribus tradantur, cramben jam reponerem, ſi quid amplius de perſimilibus phænomenis ad PT inſtituerem dicere. De variis Colorum Phænomenis.

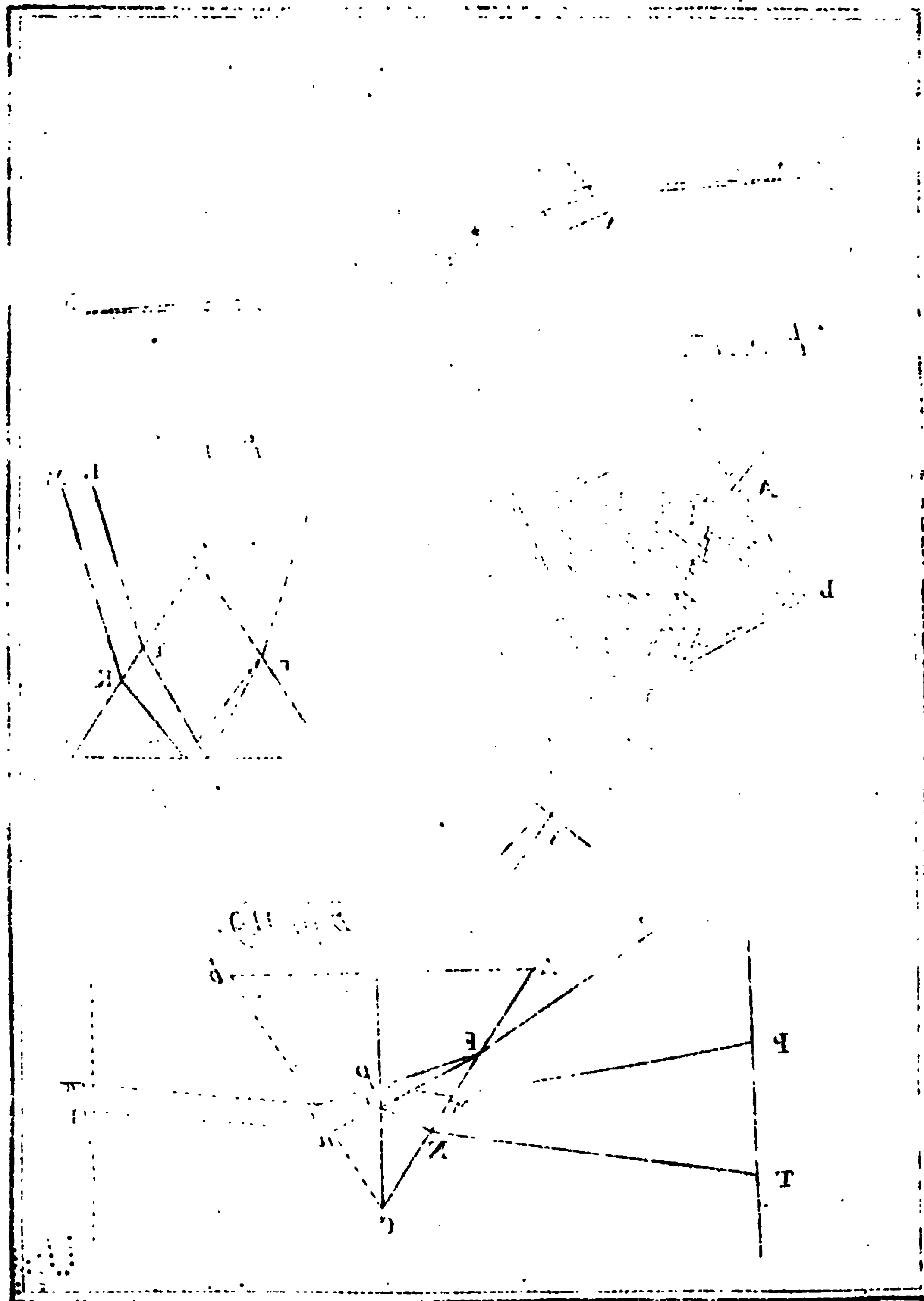
*De phænomenis Lucis per media ſphæricè terminata tranſmiſſæ, déque Iride.*

Hactenus Colores Refractionibus planarum ſuperficierum generatos contemplati ſumus; jam de ſphæricis ſuperficiebus agendum eſt; & imprimis, de Lentibus, ſeu figuris, à duabus diverſarum ſphærarum portionibus, comprehenſis. Ejuſmodi autem Lens eſto MN, (*Fig.* 120.,) per quam Lux ſolaris juxta F$f$, nec non undique terminata tranſmittitur. Sítque HK Focus, ad quem poſtea convergat. Et, cùm Radii ſimiliter incidentes, non omnes ſimiliter refringantur, concipe, quòd, Radiorum ſecundùm OF incidentium, purpuriformes refringantur ad K, rubriformes ad H, & viridiformes ad punctum intermedium $r$. Et, pari ratione de Radiis ſecundùm O$f$ incidentibus, concipe, quòd purpuriformes tendunt ad H, rubriformes ad K, ac viridiformes ad $r$. Atque idem de Radiis undique terminatis, (juxta Lentis peripheriam,) concipe. Et patebit primò, ſi Radii à papyro DL priùs terminentur, quàm ad locum HK conveniant, quòd Color rubeus in confinio Lucis & umbræ deberet undique conſpici. Utpote, ſi lineæ FH, F$r$, & FK, ipſam DL in punctis T, R, & P ſecent; FH quidem in puncto T, F$r$ in puncto R, & FK in puncto P: poſito ſimiliter quòd $f$H, $fr$, & $f$K, eandem DL in punctis $\pi$, $\varrho$, ac $\tau$, reſpectivè ſecent, & productis etiam FH, & $f$K, TAB. XXVII.

 donec

Pars II. Sectio II. donec ſibi in *t* occurrant; ut, & FK, & *f*H, donec occurrant in *p*, conſtabit punctum *t* longiùs diſtare à Lente, quàm punctum *p*, quandoquidem cadit ultra locum HK, *p* verò citra. Et proinde, puncta P, & π, interjacent punctis T, & τ. Conſtabit etiam purpuriformes Radios per totum ſpatium Pπ ſolummodo diſpergi; propterea quòd, per integrum ſpatium F*f* in Lentem parallelè incidentes, verſùs locum *p* refringantur; & ſic Radii viridiformes ſpatium Rρ occupabunt; uti & rubriformes ſpatium Tτ, extra quod nulli omnino ex Radiis parallelè incidentibus, (niſi contingenter & nullâ certâ lege, propter bullulas quaſdam, aliáque vitia in vitro latentia, refracti,) poſſint divaricare. Quare ſpatium Pπ à Radiis omnium Colorum illuminatum, debet albeſcere. At, cùm purpuriformes deſint à ſpatiis R, & ρ, ceterorum miſtura debet exhibere flavum. Atque ita, cùm ſoli rubriformes extendantur ad T, & τ, in locis T, ac τ, Rubor apparebit, & ſpatium illuminatum Pπ, (quod orbiculare concipe,) duobus Colorum circulis, rubeo, flavóque, tingetur. Hæc equidem eveniunt, cùm charta DL inter Lentem & punctum *p* collocatur. Et Colores tantò perfectiores evadunt, quò charta ſit puncto *p* propinquior. Et, cùm ſtatuitur ad ipſum *p*, Albor è medio penitus evaneſcere deberet, ſi modò Radii, à diverſis partibus ſolaris diſci ad Lentem manantes, inciderent paralleli. Quòd, ſi charta paulò longiùs amoveatur, uti ad *r*, ubi viridiformes Radii concurrunt, adverſi Colores ubique ad illam diſtantiam miſcebuntur, & ſe invicem ita delebunt, ut vix alius, quàm Albor apparebit. Si charta deinceps adhuc longiùs tranferretur, puta, ad *dl*, invertetur Radiorum ordo, & puncta τ, ac T, interjacebunt punctis P & π, adeòque ſpatium Tτ ab omnibus Coloribus illuminabitur, & proinde albeſcet; & in ſpatiis circa R, & ρ, ad quæ Rubor non extenditur, cæruleus componetur, & violaceus apparebit in extremitate ſummâ P, & π. Qui quidem Colores non tantùm manifeſtiores ſunt, quàm Rubor & flavus, per interpoſitionem chartæ inter Lentem & Focum, ut priùs, emergentes; ſed perpetuò manifeſtiores evadunt, quò charta adhuc longiùs amovetur.

Lati-



Latitudo ſpatii, ſic tincti Coloribus, ex præmonſtratis petenda eſt; vel etiam ſic facilè determinari poteſt. Cùm differentia Refractionis Radiorum, in Refrangibilitate maximè diſcrepantium & ſimiliter incidentium, ſit quaſi ſeptuageſima pars totius Refractionis, ut ex oſtenſis patet; &, cùm angulus HFK deſignet differentiam Refractionis, angulúſque F$rf$ ſummam Refractionum utrinque ad F, & $f$, factarum; hoc eſt, duplum Refractionis juxta alterutrum F, & $f$; angulus HFK erit quaſi ſeptuageſima pars ſemiſſis anguli F$rf$, ſive $\frac{1}{140}$ pars totius F$rf$; & proinde, ſubtenſa HK quaſi $\frac{1}{140}$ pars latitudinis F$f$, per quam Luci patet aditus, aut eâ fortaſſe paulò major. Denique, cùm ſit F$r$. FR :: HK. TP, vel $\gamma\pi$, dabitur intervallum TP, vel $\gamma\pi$, quod quærebatur. Si quis autem cupit, ut hæc exactiùs determinentur, computatio non eſt adeò difficilis, quin ut ipſe, adhibito calamo, perficiat. Quod ad Lentes utrinque concavas attinet, è jam oſtenſis facilè conſtabit eas Lucem trajectam in ejus extremitate cum cæruleo tingere. Quæ verò de Lentibus utrinque convexis, vel concavis dicuntur, de convexo-concavis æquipollentibus ſunt etiam intelligenda. De variis Colorum Phænomenis.

Sunt & alia phænomena, quæ de Lentibus explicare poſſem; ſed, cùm Oculi pars anterior, (humor nempe cryſtallinus, ac tunica cornea,) ſpeciem Lentis Radios ad retinam congregantis referat, de ipſâ maluiſſem nonnulla dicere. Eorum tamen, quæ de Lente jam explicui, nolo aliquid enixè repetere, cùm ad Oculum facilè applicentur, utut expertu ſatis difficilia ſint, propterea quòd ægrè poſſimus efficere, ut Oculi pars anterior, & poſterior, ad invicem ita accedant, aut ab invicem recedant, ſicut de Lente, & papyro, Lucem terminante deſcripſi. Quapropter Radii, ut plurimum, eo modo in retinam procidunt, quo poſui terminatos eſſe in papyrum $\delta\lambda$; atque adeò, propter miſturam diſſimilium, quæ ab oppoſitis partibus pupillæ adveniunt, Colores mutuò delebuntur, & convertentur in album, ſi objectum, quod intuemur, ſit album; aut in illum quemlibet Colorem, quocum objectum tingitur, ſiquidem ille tunc ceteris debet prævalere. Ce-

Pars II Sectio II. Ceterùm, ex hiſce detegitur modus, quo omnia, quæ nudis Oculis intueamur, poſſint ita tingi Coloribus, ac ſi Priſma interponeretur, licèt multò minùs manifeſtò. Idque ſi Radii per alteram partem pupillæ tranſituri, ab interpoſitione digiti vel cujuslibet obſtaculi, prope Oculum intercipiantur, dum Radii ingreſſuri alteram partem liberè tranſire permittantur. Hujuſce verò rei duos caſus non pigebit explicare; alterum, cùm Radios intercipimus ad partes verſùs objectum lucidius; poſito nempe, quòd objecta duo, album & nigrum, juxta poſita intueamur; & alterum, cùm Radios intercipimus ad partes verſùs nigrius. Sit (*Fig.* 121.) TAB. XXVII. ergo, LB objectum lucidum, & BD obſcurum, quorum terminus communis ſit B, à quo Radii in Oculum *dl*, juxta oppoſitas partes pupillæ F*f*, promanantes ſint BF, & B*f*; Radii autem ſecundùm lineam BF in Oculum pergentes, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur verſùs H, *r*, & K. E contra verò, qui pergunt in lineâ B*f*, refringantur verſùs K, *r*, & H, ceteráque gradatim intermedia loca, prout de Lente modò explicui. Ponamus jam, quòd *eg* ſit obſtaculum, quo omnes Radii prope *f* lapſuri intercipiuntur, prætermiſſis B*g*, & ejuſmodi aliis per F ſolummodo tendentibus; & conſtabit primò, quòd ex Radiis à diverſis partibus objecti LB manantibus, qui veniunt à partibus verſùs L in retinam incidunt propiùs ad *l*, quàm qui veniunt à partibus verſùs B; ſiquidem in pupillâ decuſſant. Et ſic BD deberet Radios verſùs H*r* emittere. Sed, cùm illud BD, propter Nigredinem, nullos penè Radios in Oculum jaculetur, retina *ld*, non ultra verſùs *d* illuminabitur, quàm ad H. Quinimo, non ad H uſque illuminabitur, niſi à Radiis rubriformibus; viridiformes enim terminabuntur in *r*, & purpuriformes in K, ſpatio *l*K à purpuriformibus, *lr* à viridiformibus, & *l*H à rubriformibus illuminato. Quamobrem ſpatium *l*K, propter omnium Radiorum miſturam, albeſcet ad inſtar objecti BL; ſed in exiguo ſpatio HK, quod termino B reſpondet, Colores generabuntur, rubeus quidem ad H, propter ſolos rubriformes Radios illuc tendentes, & flavus ad *r*, propter miſturam Viriditatis, Flavedinis, ac Rubedinis. Jam, cùm omnia videantur pro more imaginum in Oculum

lum receptarum, constat objectum LB juxta extremitatem ejus B non distinctè cerni, sed Coloribus rubeo & flavo tingi.

De variis Colorum Phænomenis.

Ad eundem modum, si transferatur obstaculum *eg*, &, ceteris stantibus, objecto interponatur & Oculo secundùm adversas partes pupillæ, prout videre est ad EG, eò ut Radii juxta F intercipiantur, Radiique B*f* in Oculum præter BG ingrediantur: constabit è contra, quòd, ex Radiis à toto BL prosilientibus, purpuriformes occupabunt spatium H*l*, viridiformes spatium *rl*, & rubriformes spatium K*l*. Quare, spatio K*l*, ut priùs, albescente, Color violaceus jam debet apparere in H, & cæruleus in *r*; & eapropter objecti LB extremitas B jam aliis tingitur Coloribus, violaceo & cæruleo.

Et ad eundem modum, si duo quælibet objecta, vel ejusdem objecti diversæ partes juxta positæ, gradu Lucis differant, etsi alterum non sit omnino nigrum, tamen Colores apparebunt in eorum communi termino; rubeus quidem, & flavus, cùm obstaculum ad partes versùs objectum obscurius; violaceus autem, & cæruleus, cùm ad partes versùs objectum lucidius interponitur. Et, ut paucis rationem denuo comprehendam, necesse est, ut Radii ex unaquâvis parte pupillæ Colores producant, cùm Radii ex adversâ parte sistuntur, à quorum omnium misturâ oritur temperamentum Albedinis. An isthæc verò phænomena vulgò observantur, haud scio. Sanè, non sunt inventu nec expertu tam difficilia, nec ab iis, quæ CARTESIUS sub fine capitis undecimi de *Meteoris* edocuit, tam aliena, quin cuiquam potuissent occurrere; nisi fortè, quòd Colores illi propter tenuitatem vix sint sensibiles. Experimentum itaque fiat per objecta longinqua, quorum alterum sit nigerrimum, & alterum satìs candidum ad feriendum sensum, sed non tantâ Luce resplendens, ut sensum obtundat, vel pupillam constringat. Nam, hujusmodi effectus sunt eò magis manifesti, quò pupilla sit latior, & majori aperturâ Radiis ingredientibus pateat.

Sunt & alii insigniores effectus, Irides nempe, vel Coronæ, quales D. CARTESIUS circa candelam quondam observabat, & in *Meteoris* explicuit. Et, cùm illæ soleant apparere, quando

Pars II. Sectio II. Oculi figura aliquâ vi extrinsecus illatâ vitiatur; necesse est, ut & curvaturâ aliquâ, vel plicâ, in tunicis ejus de novo formatâ, oriantur. Crystallino autem vis non imprimitur, nisi mediantibus humoribus, quibus undique cingitur; &, cùm fluida facillimè cedant pressuris, humores illi vim quamlibet illatam ita per totam molem diffundent, ut crystallinum vix possint inæqualiter premere, neque ideo figuram ejus vitiare. Id enim experti sunt, qui aquis altè submerguntur; nam, etsi tota aquarum moles incumbat illis, pressuram haud sentiunt, quæ tamen foret maximè sensibilis, si corporum submersorum partes ita premerentur inæqualiter, ut figuras eorum violare conarentur. Restat ergo, ut ejusmodi Coronarum, sive Iridum generatio vitiosis configurationibus tunicæ corneæ illatis tribuatur; ídque eò magis, quòd Radii maximam Refractionem in exteriori ejus superficie patiantur; & proinde, per leviora ejus vitia à recto tramite detorqueri possint. Utut non pernegem, quin iis, qui laborant Oculis, rugæ aliquæ, (propter humorum defectum, aut excessum,) in crystallini superficiebus non minùs, quàm in tunicâ corneâ possint efformari. Nec non aliæ etiam Colorum causæ possunt evenire; sed, cùm earum infinita sit varietas, & illæ sint eminentiores, quæ à vitiosis tunicæ corneæ figuris petuntur, non gravabor earum aliquod specimen exhibere; unde ceterarum causæ facilè patebunt.

Notissimum est, quòd mollium partes non solùm pressioni cedunt, in quas vis immediatè imprimitur, sed & aliæ etiam partes remotæ, prout vim partium immediatè pressarum sustinent. Et ipse nonnunquam observavi in laminis convexo-concavis & ex materiâ mediocriter rigidâ confectis, (quales ex coriis bubulis in morem segmenti superficiei sphæricæ contundendo formari possunt,) quòd, cùm in meditullio, seu vertice, premuntur, non solùm ibi cedunt tactui, sed & undique, ad instar vallis annullarem collem depressæ vertici circunductum comprehendentis, intus flectuntur, ídque citiùs & magis manifestò, si sint paulò rigidiores juxta verticem, quàm prope peripheriam. V. G. Sit *k n x* (*Fig.* 122.,) lamina sphæricè convexo-concava, quæ circulari ejus extremitati, tanquam basi, incumbens, mole aliquâ, planâ

TAB. XXVII.

&

& ad basem ejus parallelâ, AB prematur; & manifestum erit, quòd hæc lamina maximè cedet pressioni in vertice *n*, ubi ab incumbente mole primò contingitur. Sed in aliis etiam locis, ut in λ & *l*, possit etiam intus recedere, dum in locis intermediis, ut *m* & μ, partes assurgunt. Atque hâc ratione configurationem acquiret haud dissimilem aquæ undulanti, puteolo *n* referente centrum undarum, & ripâ *m*, μ, referente undarum primam valle λ, *l*, circundatam. Et ad eundem modum possibile est, ut tres, vel plures, valles premendo descendant, quarum culmina internata sint pluribus undis se invicem subsequentibus consimilia. Et hujusmodi configurationes, cessante pressione, possunt aliquandiu conservari, gradatim tamen evanescentes. Nam, ut primùm pressio cessat, cavitas in *n* cessabit fortè, & partes ibi in convexitatem assurgent, & gradatim fient plùs plùsque convexæ, donec redeat figura, quam ante pressionem habuere; & sic ceterarum partium figuræ ad pristinum statum gradatim redibunt. Jam, cùm tunica cornea ad modum præfatum convexo-concava fit, & mediocriter rigida, & circa medietatem ejus paulò crassior, & proinde rigidior, quàm juxta peripheriam; &, siquando figura ejus ab externâ pressione vitietur, probabile sit illam pressionem circa meditullium ejus maximâ ex parte contingere; itaque potest aliquando forsan accidere, quòd, cùm premitur, non solùm in apice cedat pressioni, sed quòd in pluribus etiam circulis apici concentricis parùm ascendat, & alternis vicibus descendat. Et hujusmodi rugæ concentricæ possunt etiam ex defectu humorum, quo tunicæ flaccescunt, nec non ex aliis fortè causis accidere, & quantùmvis exiguæ sint, possunt tamen Radios ad alias atque alias partes retinæ refringere, & sic efficere, ut alii atque alii Colorum circuli appareant. Sed, ut videamus, quo pacto ex hujusmodi rugis Colores generari debent, ponamus Radios è longinquo manantes, sive parallelos, in superficiem *k* *n* (*Fig.* 123.) ita, ut dictum est, intortam, & in eâ refractos, sisti deinde ab aliâ opacâ superficie EF. Et, cùm hujus superficiei partes depressiores, Radios ad puncta remotiora congregent, quàm partes ascendentes, sive magis acclives, ponamus, quòd Radii

De variis Colorum Phænomenis.

TAB. XXVII.

Pars II. Sectio II.

circa meditullium ejus $m n \mu$, ubi maximè deprimitur, congregantur ad G; & quòd à partibus $l$, & $\lambda$, maximâ acclivitate surgentibus, congregantur ad I; & sic, quòd à partibus $k$, & $\kappa$, ubi rursus deprimitur, congregantur ad H; & quòd ab intermediis partibus congregantur ad intermedia puncta. Ductis ergo $m$G, & $\mu$G; $l$I, & $\lambda$I; $k$H, & $\kappa$H, occurrentibus superficiei, seu obstaculo EF, in punctis $r$, & $\varrho$; $\pi$, & $p$; R, & P; nec non axe GHI occurrente eidem EF in puncto $o$, ut & refringenti superficiei $k\kappa$ in puncto $n$, & posito quòd ista EF interjaceat punctis H, & I; manifestum erit perpendenti Refractiones hujus $k\kappa$ in singulis ejus punctis à centro $n$ successivè ad extremitates $k$, vel $\kappa$, quòd Radii, prout longiùs ab $n$ versùs $m$ per refringentem superficiem trajiciuntur, incidant in obstaculum EF longiùs ab $o$ versùs $r$, adusque certum terminum, puta, dum ad Radium $mr$ deventum sit: deinde, quòd, facto regressu, incidant propiùs ad $o$, & postea ad alteras ejus partes pergant, donec iterum fiat elongatio maxima, velut in $p$, cùm deventum est ad Radium $l p$; tum denuo revertantur Radiorum occursus, idque continuò, prout ab $l$ versùs $k$ procedit Refractio, donec tertiò terminentur, quemadmodum in R, occursu Radii $k$R. Ad eundem modum Lux inter $n$, & $\kappa$, refracta terminabitur in punctis $\varrho$, $\pi$, & P. Atque etiam, si plures essent rugæ, plures forent Lucis terminationes. Ceterùm, de Luce per spatium $r\varrho$ diffusâ, cùm causa, quòd extra vagatur punctum $o$ usque ad terminos $r$, & $\varrho$, sit ejus parva Refractio propè $m$, & $\mu$, sequitur, quòd Radii minùs refrangibiles, hoc est, rubriformes, debent magis extravagari, & proinde terminus Lucis $r$, vel $\varrho$, debet Rubedine tingi; & sic, de Luce per spatium $\pi p$ diffusâ, cùm causa, quòd extravagatur punctum $o$ usque ad terminos $p$, & $\pi$, sit ejus nimia Refractio propè $l$, & $\lambda$, sequitur, quòd Radii magis refrangibiles, hoc est, purpureum & cæruleum pingentes, debent longiùs deviare, & Colores eorum in exteriori parte termini $p$, & $\pi$, depingere; unde, in interiori ejusdem termini parte rubriformes Radii ad suos etiam Colores depingendos debent prævalere. Et simili ratione, Radii circa $k$, & $\kappa$, refracti, si sint rubriformes, tendent ad exteriorem partem termini R, & P; & ad inter-

teriorem, si sint cæruliformes. Et sic tres habebuntur Irides; R P, extra rubea, & intra cærulea; $p\pi$, extra cærulea, & intra rubea; $r\varrho$, extra rubea, quæ etiam debet esse intra cærulea, nisi fortè, quòd Color ille à rubeo, propter parvitatem Refractionis in $\mu$, & $m$, haud satìs cernitur, ut fiat sensibilis, & propterea quòd multùm obscuratur à copiâ Lucis undique per $ro\varrho$, locum imaginis lucidæ, quam cingunt Irides sparsæ. Harum verò Iridum formæ & relationes inter se possunt variis modis mutari, ídque, non tantùm è variis formis, quas superficies $k\kappa$ possit induere, sed etiam è variis distantiis inter hanc $k\kappa$, & obstaculum EF. Ut, si statuantur paulò magis distantes, quàm designavi, circuli R P, & $\pi p$, possunt coincidere, & mutuos Colores delere, coeuntes in albicantem circulum. Sin magis adhuc distent, Iris $\pi p$ cadet extra Iridem RP. Quòd si EF statuatur ad locum I, hæc Iris $\pi p$ evanescet; & potest etiam coincidere cum Iride $r\varrho$, si EF paulò ultra, vel citrà locum I statuatur. Jam verò horum omnium ad Oculum facilis est applicatio, posito quòd obstaculum EF fundum ejus referat, & $k\kappa$ tunicam corneam ab externâ vi, aut interno aliquo vitio, perperàm curvatam. Quinetiam, ex his non modò generalis causa harum Iridum declaratur, sed pro quibuslibet ejusmodi particularibus apparentiis causæ etiam particulares assignari posse videntur. Quemadmodum, si cui fax appareat unicâ tantùm Iride cincta, cujus pars exterior rubet, interior verò, vel alba, vel fortè nonnihil cærulea appareat; exinde concludi posse videtur, quòd cornea circa medietatem ejus sit paulò depressior, quàm solet esse sine aliquâ rugâ, qualem ad $l\lambda$ descripsi. Efficit enim illa depressio, ut Radii ab eodem puncto objecti venientes ad puncta longè post retinam conveniant, & qui proinde in retinâ spatium aliquod, (quasi est $ro\varrho$,) occupabunt, cujus peripheria, (ut modò ostendi,) rubeo Colore ad exteriorem ejus partem tingetur, & albo, vel dilutè cæruleo, ad interiorem. Et, quò major hujusmodi Iris appareat, eò magis ad interiorem ejus partem debet cæruleo tingi. Potest etiam hujusmodi Iris, propter annularem rugam, accidere; modò tunicæ corneæ figura in meditullio non simul vitietur.

De variis Colorum Phænomenis.

Pars II. Sectio II. Quòd si duæ Irides appareant, illud ex utrâque causâ conjunctâ petendum est; corneâ nempe, tum in medio, tum juxta peripheriam pupillæ, depressâ. In hujus rei illustrationem adhibeamus casum, quem CARTESIUS de se ipso in *Meteoris* Cap. 9. ad hunc modum describit. Cùm noctu, inquit, navigarem, & totâ illâ vesperâ caput cubito innisus, manu Oculum dextrum clausissem, altero interim versùs Cœlum respiciens, candela, ubi eram, allata est, & tunc aperto utroque Oculo, duos circulos flammam coronantes aspexi, Colore tam acri, & florido, quàm unquam in arcu cœlesti me vidisse memini. AB (*Fig.* 124.,) est maximus, qui ruber erat in A, & cæruleus in B; CD minimus, qui etiam ruber in C, sed albus versus D, ubi ad flammam usque extendebatur. Oculo dextro postea iterum clauso, notavi has Coronas evanescere; & contra, illo operto & sinistro clauso, permanere. Unde, certò cognovi illas non aliunde oriri, quàm ex novâ conformatione, vel qualitate, quam dexter Oculus acquisiverat, dum ipsum ita clausum tenueram, & propter quam non modò maxima pars Radiorum, quos ex flammâ admittebat, ipsius imaginem in O, ubi congregabantur, pingebant: sed etiam nonnulli ex iis ita detorquebantur, ut per totum spatium $r\varrho$ spargerentur, ubi pingebant Coronam CD, & nonnulli alii per totum spatium RP, ubi coronam AB etiam pingebant. Cùm itaque CARTESIUS hæc viderit, postquam per totam vesperam cubito innixus erat; rugæ, quales explicui, potuerunt imprimi, unde necesse erat ejusmodi Coronas apparere; & quòd tres Coronæ non apparebant, illâ scilicet non apparente, cujus partem exteriorem cæruleam esse descripsi, & partem interiorem rubeam, id ex eo venire debuit, quòd Radii in $l$, & $\lambda$, refracti, ex quibus hanc Coronam generari deberet, haud citiùs, quàm ad retinam, convergebant, aut potiùs non tam citò. Non enim probabile videtur, quòd tunicæ corneæ pars aliqua ab externâ pressione possit fieri solito convexior; & nisi hoc eveniat, Radii illi non possunt citiùs, quàm ad retinam, convenire. Illa verò tertia Corona non potest apparere, nisi citiùs, (ut ad I,) conveniant. Si longè ultra convergant, Coronam tunc quidem deberent efficere, sed

TAB. XXVIII.

cujus

cujus pars exterior rubesceret, & tunc tres Coronæ in exteriori eorum parte rubeæ conspicerentur. Sed in hisce videar nimius, præsertim, cùm tanta causarum varietas, non solùm à tunicâ corneâ, sed humore cristallino, & aliunde etiam peti possunt, ut haud sit difficile plures assignare, quæ eosdem quoslibet effectus diversis temporibus producant. Nescio tamen, an operæ pretium sit annotare causam Radiorum à lucidis corporibus, hinc inde, ad instar trabium, in longum protensarum, cùm Oculis penè clausis aspicimus. Nempe humiditas, quæ, inter cilia & tunicam corneam versatur, secundùm extremitates ciliorum parum assurgit. Sicut aqua vasi imposita altiùs assurgit, ubi à vase terminatur, quàm alibi; quo pacto fit, ut aliqui Radii ab hac humiditate priùs refringantur, quàm attingant tunicam corneam, & sursum detorqueantur in confinio superioris cilii, ac deorsum in confinio inferioris.

De variis Colorum Phænomenis.

Superest jam mirum illud cælestis arcûs spectaculum, ad cujus explicationem * CARTESIUS viam stravit. Huic enim debetur, quòd in guttis aquæ pluvialis decidentibus efformari cognoscimus. Quemadmodum ex eo constat, quòd nunquam videtur, nisi Cœlo pluente; quòd, Sole pluviam decidentem illustrante, in vicis nonnunquam apparuit, quasi non in Cœlo collocatus, sed in aere vicino, super oppositarum domuum parietibus affixus, vel po-

* NEWTONUS postea intellexit alios, ante CARTESIUM hujus phænomeni causam invenisse, ut verba ejus sequentia testantur.

*Hodie* convenit inter omnes, arcum istum Refractione Luminis solaris in guttulis pluviæ cadentis effici. Intellexerunt hoc etiam antiquorum nonnulli: inter recentiores autem pleniùs id invenit, uberiùsque explicavit celeberrimus ANTONIUS DE DOMINIS Archiepiscopus Spalatensis, in libro suo de *Radiis visûs & Lucis*, quem ante annos, ampliùs, viginti scriptum, in lucem tandem edidit amicus suus BARTOLUS, Venetiis anno 1611. In eo enim libro ostendit Vir celeberrimus, quemadmodum arcus interior, binis Refractionibus Radiorum Solis, singulisque Reflexionibus inter binas istas Refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effingatur; exterior autem arcus, binis Refractionibus, binisque itidem Reflexionibus interjectis, in similibus aquæ guttis efficiatur. Suámque is explicandi rationem experimentis comprobavit, in phialâ aquæ plenâ, & globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis; quò duorum arcuum istorum Colores, in illis se exhiberent contemplandos. Porrò, eandem explicandi rationem persecutus est CARTESIUS in *Meteoris* suis; eámque, quæ est de arcu exteriori, insuper emendavit. NEWT. *Opt. Lib.* I. *Part.* II. *Prop.* IX.

Pars II. Sectio II. potiùs interjectus; quòd aqua per artificium aliquod sparsim ejaculata Iridem ostendit; & quòd gramen rore matutino, quasi guttulis minutissimis, conspersum Colores etiam Iridis exhibet. Huic etiam debetur ingeniosissima de Refractionibus guttæ, & earum limitibus, inventio, sed causam physicam minùs feliciter aggressus est. Hanc itaque ut intelligatis, concipite Radium AN (*Fig.* 125.) in globum NFG ad N incidere, & inde versùs F refringi, ubi rursus, vel refringitur versùs V, vel fortè reflectitur ad G. Et, si posterius eveniat, tunc iterum in G, vel refringitur ad R, vel reflectitur ad H, & sic deinceps; ita ut, Radiis globum ingredientibus, aliqui, ut NFV, statim egrediantur, nullam Reflexionem passi; alii, ut FGR, post unam Reflexionem; & alii, ut GHS, post duas; aliique post tres, vel etiam plures. Jam verò, cùm guttæ pluviales respectu distantiæ ab Oculo Spectatoris, sint admodum exiguæ, ut physicè pro punctis haberi possint, non opus est, ut earum magnitudines omnino consideremus, sed angulos tantùm, quos, incidentes cum emergentibus Radiis, comprehendunt: nam, ubi anguli illi sunt maximi vel minimi, emergentes Radii sunt solito confertiores; &, quia diversis Radiorum generibus diversi competunt anguli maximi vel minimi, singula ad diversas plagas confertissimè tendentia in iisdem prævalebunt ad Colores proprios exhibendos. Anguli itaque maximi vel minimi, quos singulorum generum emergentes Radii cum incidentibus possunt constituere, determinandi sunt, ut horum phænomenon rationes rectè percipiamus.

TAB. XXVIII.

Scilicet in Coroll. I & II, Prop. XXXV *, ostensum est emergentem Radium GR ad incidentem AN minimè inclinari, cùm sit 3RR. II — RR :: CNq. NDq. Et I. 2R :: ND. NE, posito nempe I ad R ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis; & ex hinc inventis ND, & NE, dabitur positione GR.

Sit, exempli gratiâ, pro Radiis maximè refrangibilibus, sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, sive I ad R, ut 185 ad 138, prout in aquâ pluviali proximè comperi; & erit 57132. 15181 :: (3RR. II — RR ::) CNq. NDq; adeòque $DN = \sqrt{\frac{15181}{57132}} \times CN$.

* Pag. 175. hujus.

De variis Colorum Phænomenis.

$\times$ CN $= \frac{5155}{10000}$ CN. Unde, per tabulam ſinuum, datur arcus NL, 62 grad. 4 min. Præterea, cùm ſit I. 2R : : ND. NE : : 185. 276 : : $\frac{5155}{10000}$ CN. NE; erit NE $= \frac{7691}{10000}$ CN. Et inde etiam, per tabulam ſinuum, datur arcus NF, 100 grad. 32 min. Subduc jam duplum arcûs NF ex aggregato arcûs NL & 180 grad., ſive ſemicirculi, & reſtabit 41 grad. 0 min., pro inclinatione Radii RG ad Radium AN, ſive pro angulo AXR; productis nempe AN & NG donec in X conveniant. Et hic angulus eſt, ſub quo intimus, ſive cæruleus, limbus Iridis hujus apparere debet, ſive minima ejus ſemidiameter.

Ad eundem modum, pro Radiis minimè refrangibilibus, poſito ſinu Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ut 182 ad 138, uti dimenſus ſum, invenietur ND $= \frac{5028}{10000}$ CN; & NE $= \frac{7533}{10000} \times$ CN; indéque, per tabulam ſinuum, arcus NL erit, 60 grad. 22 min., & arcus NF, 98 grad. 38 min. Adeòque angulus AXR, 43 grad. 6 min., ſub quo extimus, ſive rubeus, hujus Iridis limbus apparebit. Itaque maxima ejus ſemidiameter eſt, 43 grad. 6. min. A quâ ſi auferatur minima ſemidiameter, 41 grad. 0 min., emergit Iridis craſſities, 2 grad. 0 min., circiter, vel potiùs 2 grad. 37 min., additâ diametro Solis, 37 min. Sed, cùm Colores in extremitatibus ad utrumque limbum debiliores ſint, quàm quò, propter nubium conterminarum ſplendorem, videri poſſunt, ſenſibilis ejus craſſities duos gradus vix excedet.

Haud ſecus determinantur exterioris Iridis dimenſiones. Nam oſtenſum eſt in Corol. I & II, Prop. XXXVI *., emergentem Radium HS ad incidentem AN maximè inclinari, cùm ſit 8RR. II — RR : : NCq. NDq. : Et I. 3R : : ND. NE. Quamobrem, pro Radiorum maximè refrangibilium ſinibus I, & R, ſubſtitutis numeris 185, & 138, ut ſupra, obtinebuntur ND $= \frac{3157}{10000}$ CN, & NE $= \frac{7064}{10000}$ CN; & inde, per tabulam ſinuum, arcus NL, 36 grad. 48 min., & arcus NF, 89 grad.



* Pag. 176. hujus.

Pars II. Sectio II. 53 min. Atque adeò angulus AYS = 52 grad. 51 min., qui erit maxima semidiameter Iridis hujus. Et similiter, pro Radiorum minimè refrangibilium finibus I, & R, substituendo numeros supra positos 183, 138, emergent ND $= \frac{3079}{10000}$ CN, & NE $= \frac{6965}{10000}$ CN. Unde, per tabulam sinuum, eliciuntur arcus NL, 35 grad. 52 min. & arcus NF, 88 grad. 18 min. Adeòque angulus AYS erit, 49 grad. 2 min.; Iridis nempe minima semidiameter. Quamobrem, si à maximâ semidiametro, 52 grad. 51 min., auferatur minima, 49 grad. 2 min., & residuo addatur diameter Solis, 31 min., emerget hujus Iridis crassities, 4 grad. 20 min.. Sed, propter majorem hujus, quàm interioris Iridis obscuritatem, Colores vix ultra crassitiem trium graduum, vel trium & semissis, videri posse conjicio.

Jam verò, ut harum Iridum rationes conspectui distinctè exhibeam, sunto E, F, & G, guttæ per aerem utcunque sparsæ; SE, SF, SG, Radii solares parallelè incidentes in guttas; EM, EN, & EO, Radii diversè refrangibiles, è guttâ E post unam Reflexionem emergentes; atque FN, FO, FP, & GO, GP, GQ consimiles Radii emergentes è guttis F, ac G; nempe EO, FP, GQ, maximè refrangibiles, & EM, FN, GO, minimè refrangibiles, &c. Jam, si Spectantis Oculus ad O consistat, ex hypothesi manifestum est, quòd, è Radiis, quos gutta E post unam Reflexionem emittit, soli maximè refrangibiles, seu cæruliformes, quales EO, impingant in Oculum, reliquis, ut in EN, & EM, propter minorem Refractionem præterlabentibus. Et proinde cæruleus Color ad E conspicietur. E Radiis autem, quos gutta G post unam Reflexionem emittit, maximè refrangibiles, quales GQ, præteribunt Oculum; propterea quòd Radio EO paralleli sunt; & alterius generis Radii, puta, minimè refrangibiles, seu rubriformes, quales GO, in eum impingent; unde Rubor apparebit in G; & simili discursu, gutta F in medio inter E ac G posita, Radios mediocriter refrangibiles, ut FO, in Oculum immittet, reliquis, ut FN, FP, utrinque præterlabentibus: indé-

indéque Viriditas cernetur ad F. Eadem eſt ratio guttarum omnium ad eaſdem cum his guttis apparentes diſtantias, ab axe OR, qui per Solem & Oculum tranſit, poſitarum; & proinde ad diſtantias illas Colores undique apparebunt, hoc eſt, Arcus variegatus, cujus interior limbus cæruleo, exterior rubro, & mediæ partes mediis Coloribus tingantur, exiſtente angulo OGQ, ſive GOE, hoc eſt, latitudine arcûs, duorum circiter graduum, juxta ea, quæ jam antè oſtendi; eſtque ſimilis diſcurſus de arcu exteriori, niſi quòd ordo Colorum, propter contrariam Radiorum inflexionem, contrarius evadat. Guttæ autem, quæ extra hos arcus ex unâ parte ſitæ ſunt, Radios omnino nullos, poſt unam, vel duas Reflexiones, duáſque Refractiones, in Oculum immittent; ex alterâ autem parte omnigenos permiſtos, eóſque ferè inſenſibiles, & proinde nulla hujuſmodi phænomena exhibere poſſunt, ſed Cœlum in illis locis Colore ſolito apparebit. De variis Colorum Phænomenis.

Præter phænomena Colorum, de quibus egimus, ſunt adhuc alia haud pauca, (præſertim circa Colores pertenuium lamellarum pellucidarum, quales ſunt bullarum aquoſi orbes, & aer inter vitra duo compreſſus, multárumque rerum cuticulæ pertenues,) quorum cauſa & menſura abſque ratiociniis mathematicis vix poſſunt accuratè determinari: ſed in hiſce videor nimius fuiſſe, & proinde jam ad partes Matheſeos magis abſtractas me convertere decrevi.

# F I N I S.



OPUS

## *OPUSCULUM XIX.*

Continens

# ISAACI NEWTONI,

## *EQUITIS AURATI,*

# SCRIPTA

*Inserta*

TRANSACTIONIBUS PHILOSOPHICIS REGIÆ SOCIETATIS LONDINENSIS.

Sub Num^is 80. 81. 82. 83. 84. 85. 88. 96. 97. 110. 121. 128.

ARTIC. I.

*********************************************

# ISAACI NEWTONI

*Mathematum Professoris in Universitate* CANTABRIGIENSI

# EPISTOLA

Continens novam ejus theoriam

# DE LUCE ET COLORIBUS

*Ab Auctore ad Editorem data* Cantabrigiæ *A. D. sextum Februarii Anno* 16$\frac{71}{72}$, *ut cum Regiâ Societate communicaretur.*

*DOMINE*

EXSOLUTURUS quæ tibi promiseram, omissis omnibus verbis merè officiosis, simpliciter dicam, quòd ineunte Anno 1666, (quo tempore operam dabam conficiendis opticis vitris figurarum à sphæricâ diversarum,) mihi vitreum Prisma triangulare paravi, eo notissima phænomena Colorum experturus. Cùm idcircò Cubiculum meum obscurum reddidissem, parvóque foramine ligneam fenestram pertusissem, quò satis Lucis à Sole venientis intrare posset, illam ingredientem Prismate excepi, quo refracta fuit in parietem oppositum. Et primò quidem me non parvâ voluptate affecerunt vividi & intensi Colores ita prodeuntes; paulò post verò, cùm eos majori curâ & attentione considerarem, in oblongam figuram diductos miratus sum; siquidem putabam fore, ut, juxta

Trans Phil. 19 Mens. Febr. An. 16$\frac{71}{72}$. Num. 80. pag 3075.

Num. 80. juxta receptas Refractionum Leges, in circularem sese contraherent. Utrinque rectis lineis terminabantur, sed difficile fuisset, ob Lucem gradatim evanescentem, extremitatum figuram accuratè definire, quæ tamen visa est semicircularis.

Colorati hujus *Spectri* longitudinem cum latitudine collatam, quinquies, præter-propter, hac majorem inveni; quæ tanta inæqualitas maximam mihi cupiditatem injecit requirendi unde-nam oriretur. Quamquam credere vix poteram varias Vitrorum crassitudines, aut Lucis & Umbræ vel Obscuritatis fines tantum in Lucem posse, ut quid tale efficerent; tamen non extra rem putavi circumstantias istas primùm ad examen revocare, & sic perspicere, quid accideret cùm Lux transmitteretur per inæqualiter crassas Vitri partes, aut per fenestræ foramina plùs vel minùs lata, aut per Prisma extra fenestram positum ita, ut Lux per illud transmearet, Refractionem patiens antequam à foramine coarctaretur: sed harum rerum nullam alicujus momenti comperi; semper enim eadem fuit Colorum figura.

Tunc suspicatus sum Colores ita dilatari, quòd Vitrum esset inæquale, aut quâvis aliâ ratione fortuitò vitiosum. Experturus an id verum esset, sumpsi aliud Prisma primo simile, quod ita statui, ut Lux per utrumque transiens, refringi posset ad contrarias partes, & hoc pacto à secundo redigi in viam, à quâ primùm illam detorserat: Sic enim futurum existimabam, ut, quæ primum Prisma secundùm naturæ leges effecerat, à secundo Prismate destruerentur, augescerent autem ob plures Refractiones, quæ contra has leges accidissent. Exitus verò fuit, quòd Lux, quæ à primo Prismate in oblongum spatium diffusa fuerat, à secundo in orbiculare coercita fuit accuratiùs, quàm si per neutrum transmeâsset. * Igitur, quæcunque demum sit hujus longitudinis caussa, ea certè non est fortuita quædam anomalia.

Cœpi igitur diligentiùs ac subtiliùs rimari, quid efficere posset diversa Incidentia Radiorum à diversis Solis partibus promanantium; quâ de caussâ metitus sum lineas, & angulos ad Imaginem spectantes. Ea à foramine vel Prismate distabat viginti duo-

* Hujus experimenti explicationem vide infra.

duobus pedibus; maxima ejus longitudo erat tredecim pollicum cum quadrante; latitudo autem pollicum duorum cum quinque octantibus; & foraminis diameter trium linearum, seu quartæ pollicis partis; at angulus, quem Radii mediam Imaginem versùs tendentes conficiebant cum lineis, quas percurrissent nisi refracti fuissent, erat graduum quadraginta quatuor & minutorum quinquaginta sex; Verticalis autem angulus Prismatis erat sexaginta trium graduum, & duodecim minutorum. Refractiones, quæ ex utroque Prismatis latere accidebant, id est, quas Radii, tum incidentes, tum emergentes patiebantur, erant, quàm potui accuratissimè, æquales, & ideò graduum quinquaginta quatuor cum quatuor minutis, circiter. Radii verò ad rectos angulos in parietem incidebant. Jam, subductâ foraminis diametro ex Imaginis longitudine & latitudine, superest Imago longa tredecim pollicibus, & lata duobus cum tribus octantibus; quæ latitudo concludebatur Radiis per foraminis centrum transeuntibus; & idcirco angulus foraminis, quem hæc latitudo subtendebat, erat minuti unius supra triginta, respondens diametro Solis; sed angulus, quem subtendebat Imaginis latitudo, major erat, quàm hujus diametri quintuplum, utpote duorum graduum cum quadraginta novem minutis.

Theoria nova de Luce & Coloribus.

His observationibus factis, primùm ex illis collegi vim refractivam vitri, quam, dimensus per Sinuum rationem, inveni ut 20 ad 31; ac, deinde, ex hac ratione computavi Refractiones duorum Radiorum profluentium ab oppositis *Disci* solaris partibus, quorum Obliquitates, vel Incidentias, differre posui triginta minutis cum uno; & comperi, quòd Radii emergentes comprehendere debebant angulum unius minuti supra triginta, ut antè quàm fierent incidentes.

Sed, cùm hæc supputatio inniteretur hac hypothesi, quòd eandem proportionem servent sinus Incidentiæ & Refractionis; & cùm ne mea quidem experimenta me inducere possent, ut eam hypothesim adeò à vero alienam crederem, ut angulum, qui re ipsâ erat duorum graduum, & quadraginta novem minutorum, contraheret ad minuta triginta & unum; mihi temperare non

Num. 80. potui, quin rursus Prisma sumerem; quo, ut priùs, fenestræ admoto, observavi, quòd, licèt illud circa axem suum aliquantisper ultrà citráque converterem ita, ut ejus obliquitates ad Lucem differrent plusquàm Angulo quatuor vel quinque graduum, attamen Colores, situm in pariete, (quod quidem sensibus percipi posset,) non mutabant; unde conficitur, quòd Incidentiæ mutatio nullam inducit in Refractionis quantitate mutationem, quæ sub sensibus cadat. Igitur hoc experimento, æquè ac superiori supputatione mihi liquebat, quòd diversitas angulorum, sub quibus incidunt Radii à diversis Solis partibus ejaculati, efficere non potest, ut, postquàm sese decussaverunt, divergant sub angulo, qui sensibus major videatur illo, sub quo convergebant; cùm verò hic, ut plurimum, sit triginta & unius, aut triginta & duorum minutorum, circiter, eruenda adhuc restat aliqua alia caussa, quâ crescere possit ad gradus duos cum quadraginta novem minutis.

Quapropter dubitare cœpi, an non Radii, postquàm Prisma transmeaverunt, per curvas lineas ferrentur, &, pro majore aut minore illarum curvitate, ad diversas parietis partes tenderent. Quæ suspicio ex eo confirmabatur, quod memineram me sæpius animadvertisse in Sphæristeriis, nempe quòd pila obliquo reticulo impulsa curvam lineam describit. Cùm enim impulsu isto pila circumrotari simul & progredi cogatur, ejus partes, quæ ibi sunt, ubi motus ambo conspirant, aerem contiguum comprimere, & percutere majori violentiâ debent, quàm ceteræ, & hoc pacto proportionaliter majorem aeris reluctanctiam & reactionem excitare. Eâdem ratione, si Lucis Radii fortè essent corpora orbicularia, quæ, dum ex medio in aliud transeunt, motum circularem acquirerent, iis magis resistere deberet Aether ambiens, ubi motus conspirant, & illa idcirco contrarias partes versùs sine intermissione deflecti. Sed, quamquam hæc suspicio plausibili isto fundamento nitebatur, nullam curvitatem, rem ad trutinam revocans, deprehendi. Quinimo perspexi, (quod proposito meo satìs erat,) differentias inter Imaginis longitudinem & foraminis diametrum per quod Lux transmittebatur, esse intervallis, quibus foramen & Imago distabant, proportionales.

Succes-

Succeſſiva ſuſpicionum iſtarum remotio me tandem adduxit ad *Experimentum Crucis*, quod hujuſcemodi fuit. Sumpſi duos aſſeres, quorum alterum collocavi ſtatim poſt Priſma ad feneſtram, ita ut Lux tranſmitti poſſet per parvum foramen in eo factum ob id ipſum, & cadere ſuper alterum aſſerem à primo duodecim, circiter, pedes diſſitum, quem quoque parvo foramine antea pertuderam, ut aliqua Lucis incidentis pars tranſiret. Deinde poſt ſecundum hunc aſſerem poſui aliud Priſma, ita ut Lux per ambos transjecta, per ſecundum Priſma quoque tranſigeretur, & hoc pacto iterum refringeretur, antequàm ad parietem perveniret. Hiſce ſic diſpoſitis, primum Priſma manibus ſumpſi, illúdque lentè hinc illinc ſuper Axem ſuum convertere cœpi, donec variæ Spectri in ſecundum aſſerem cadentis partes una poſt aliam tranſirent per ejus foramen; quò ſic mihi obſervare liceret in quas demum parietis plagas Priſma ſecundum illas refringeret. Cum autem diverſæ Spectri partes diverſa in pariete loca occuparent, hinc perſpexi, quòd Lux tendens ad illam Imaginis extremitatem, verſùs quam fiebat primi Priſmatis Refractio, multò majorem, quàm Lux oppoſitam extremitatem petens, à ſecundo Priſmate Refractionem acceperat. Theoria nova de Luce & Coloribus.

Unde patet veram Imaginis ſic exporrectæ cauſſam hanc unam eſſe, quòd, ſcilicet, *Lux conſtat ex Radiis, quorum alii aliis magis refrangibiles ſunt*; qui nullâ Incidentiæ ratione habitâ, pro *peculiaribus Refrangibilitatis gradibus*, ad diverſas oppoſiti parietis partes tranſmittuntur.

Poſtquam hoc intellexi, circa vitra laborare deſtiti; noveram enim Teleſcopia perfectiora hucuſque haberi non potuiſſe, non ſolùm quia deerant vitra reipſâ prædita figuris, quas Optici Auctores præſcripſerant, (quod omnes hactenus crediderant,) ſed etiam quia *Lux* ipſa eſt miſtura quædam heterogenea compoſita *ex Radiis diverſè refrangibilibus*: ita ut, quamvis haberetur vitrum adeò diligenter figuratum, ut unumquodque Radiorum genus in unum idémque punctum colligeret, attamen nunquam in illud idem punctum cogere poſſet etiam eos, qui, cùm in idem medium ſub eàdem Incidentiâ cadant, apti ſunt ad diverſam Refrangibilita-

 tem

Num. 80. tem patiendam. Quinimò, mirabar, cùm differentia Refrangibilitatum tanta ſit quantam inveni, Teleſcopia illâ, quâ gaudent, perfectione donari potuiſſe: Nam, dimetiens Refractiones unius ex meis Priſmatibus, reperi, quòd, poſito ſinu Incidentiæ ſuper aliquod ex ejus planis quadraginta quatuor partium, ſinus Refractionis plurimorum ex Radiis rubeam Colorum extremitatem occupantibus, & ex vitro in aerem prodeuntibus, erat ſexaginta octo partium; at ſinus Refractionis plurimorum ex Radiis alteram extremitatem obtinentibus, ſexaginta novem partium; ita ut diſcrimen ſit, circiter, viginti quatuor vel viginti quinque partium totius Refractionis. Quâ de cauſſâ vitrum objectivum cujuſvis Teleſcopii Radios omnes ab aliquo Objecti puncto promanantes coarctare magis nequit, quàm in ſpatium circulare, cujus diameter eſt quinquageſima pars diametri, quâ vitrum ipſum patet; quæ aberratio aliquoties centupla eſt ejus, quam Lens ſphærica, quæ, ut vitra objectiva longorum Teleſcopiorum, eſt exiguum ſuæ Sphæræ ſegmentum, gignere poſſet ineptitudine figuræ, ſi Lux eſſet uniformis.

Hæc me duxerunt ad Reflexiones conſiderandas, quas cùm ſibi conſtare reperiviſſem, ita ut in omnibus Radiorum generibus eſſet Angulus Reflexionis par angulo Incidentiæ, intellexi quòd, earum ope, inſtrumenta optica poterant ad quemlibet perfectionis gradum extolli; dummodo reperire liceret Subſtantia reflectens, quæ accuratam polituram, æquè ac vitrum, reciperet, & tantum Lucis reflecteret, quantum tranſmittit vitrum; ac dummodo conſequi liceret rationem illius parabolicâ figurâ donandæ. Sed hæ difficultates maximæ videbantur; & ferè inſuperabiles illas putabam, cùm præterea in mentem venit, quòd quivis error, ſuperficiem refringentem deformans, Radios à recto itinere magis detorquet quinquies aut ſexies, quàm ſimilis error in ſuperficie refringente: Quapropter major cura adhibenda eſt in his, quàm in refringentibus vitris efformandis.

Interea, ſuperveniens peſtilentia me Cantabrigiâ exire coegit *Anno 1666*, & pluſquam duo Anni elapſi ſunt antequam ulteriùs progreſſus ſum. Cùm autem tunc excogitaſſem mollem quandam polien-

poliendi rationem Metallis aptam, quâ tandem credidi me figuras correctas habiturum; aggressus sum tentare quidnam in hac re confici posset, & gradatim perfeci instrumentum, (quoad partes constituentes simile illi, quod *Londinum* misi,) quo videre poteram quatuor *Jovis* Satellites, illósque ostendi pluries duobus Amicis. Poteram quoque observare lunares *Veneris* Phases, sed non satis distinctè, neque sine aliquâ curâ in instrumento collocando. **Theoria nova de Luce & Coloribus.**

Ex eo tempore interpellatus fui, donec proximè elapso Autumno, instrumentum aliud confeci. Quod quia est non parum melius primo (præsertim pro objectis diurnæ Luci expositis,) nullus dubito, quin instrumentum hoc multò perfectius reddi possit conatibus eorum, qui, ut ex te audivi, operam illi *Londini* navant.

Sæpiùs cogitavi de construendo Microscopio, quod pro vitro objectivo haberet laminam ex Metallo reflectentem. Etenim hæc instrumenta ad majorem perfectionem, quàm nunc habent, adduci posse videntur æquè ac Telescopia, & fortasse magis; siquidem Microscopia opus habent unâ Metalli laminâ reflectente, ut videri potest in Diagrammate, (*Fig.* 1.,) in quo AB est Objectivum ex Metallo; CD vitrum Oculare; F communis amborum Focus; O Focus alter Objectivi ex Metallo conflati, ubi Objectum est locatum. TAB. I.

Sed, ut è diverticulo in viam, dicebam quòd Lucis partes similes non sunt aut homogeneæ, sed quòd Lux constat ex diversi generis Radiis, quorum aliqui magis refrangibiles sunt quàm alii; ita ut ex iis, qui similiter incidunt in idem medium, nonnulli magis quàm ceteri refringantur, non aliquâ facultate vitri, sive cujusvis externæ caussæ, sed præviâ quâdam aptitudine, quâ Radii singuli comparati sunt ad patiendum certum Refractionis gradum.

Nunc loquuturus sum de aliâ, & quidem notabiliore *dissimilitudine*, quâ Radii præditi sunt, & quâ Colorum origo explicatur, & quasi evolvitur; Ad quod peragendum, primò doctrinam ipsam tradam: deinde, ut ea ad trutinam revocari possit, unum aut alterum Experimentorum exemplum, tanquam ceterorum specimen, afferam.

Num. 80. Doctrinam Propositiones quæ sequuntur, complectentur & illustrabunt.

I.

Ut Radii Lucis inter se Refrangibilitate discrepant, ita differunt insitâ quadam aptitudine ad exhibendum hunc vel illum certum Colorem. Colores non sunt Lucis qualificationes ortæ ex naturalium corporum Refractionibus, aut Reflexionibus, (ut vulgò creditur,) sed primigeniæ & congenitæ proprietates in diversis Radiis diversæ. Aliqui Radii tantùm ad rubrum, alii solùm ad flavum, alii dumtaxat ad viridem Colorem effingendum apti sunt; & sic de ceteris. Neque tantùm præcipui & magis eminentes Colores, sed omnes medii eorum gradus habent proprios & sibi affectos Radios.

II.

Idem Refrangibilitatis gradus ad eundem Colorem, & Color idem ad eundem Refrangibilitatis gradum semper pertinent. Radii minimè omnium refrangibiles ad rubrum Colorem exhibendum naturâ comparati sunt omnes; &, è contra, Radii qui naturâ comparati sunt ad exhibendum Colorem rubrum, omnes sunt omnium minimè refrangibiles: Non aliter, Radii maximè omnium refrangibiles apti sunt omnes ad exhibendum Colorem violaceum saturum; & vicissim, ii, qui apti sunt ad talem Colorem exhibendum, sunt omnes maximè omnium refrangibiles: Eodémque pacto, omnibus intermediis Coloribus continuam seriem constituentibus competunt intermedii Refrangibilitatis gradus. Hæc autem Analogia inter Colores & Refrangibilitates est perquàm accurata & stricta; siquidem Radii semper in utrâque, aut omnino conveniunt, aut proportionaliter discrepant.

III.

Theoria nova de Luce & Coloribus.

III.

Species Coloris, & Refrangibilitatis gradus, pertinentes ad certum quodcunque Radiorum genus, mutari nequeunt neque Refractione, neque Reflexione ex naturalibus corporibus, neque aliâ quâvis cauſſâ, quam hactenus animadvertere potuerim. Quodlibet Radiorum genus, poſtquam probè ab heterogeneis Radiis ſeparatum fuit, Colorem ſuum obſtinatiſſimè retinuit, quamvis totis viribus illum immutare conatus fuerim. Radios unius cujuſvis generis Priſmate refregi; in corpus, quod, ſub Luce diurnâ, Colore diverſo imbutum apparebat, ab eodem reflectendos conjeci; eos excepi coloratâ illâ aeris, ut ita dicam, pelliculâ, quæ continetur inter duas vitreas laminas invicem junctas; illos per media, tum colorata, tum alterius generis Radiis picta diverſimodè terminavi; neque tamen novum Colorem ullum excudere ex illis potui. Ille quidem, dum contrahitur, aut dilatatur, fieri poteſt vividior, aut languidior, &, dum plures Radios amittit, nonnunquam multò obſcurior, & tenebricoſior; ſed nunquam mihi contigit videre, quòd genere mutaretur.

IV.

Verumtamen Colorum tranſmutationes videntur accidere, ubi aliqua eſt Radiorum generum diverſorum permiſtio: Siquidem tunc Colores componentes non apparent; ſed, admiſtione mutuâ, medium quendam Colorem conſtituunt. Eâ de cauſſâ, ſi, vel Refractione, vel quâcunque aliâ ex ſupra recenſitis rationibus, Radii diverſorum generum, in hac admiſtione latentes ſegregantur, emergent Colores ab illis diverſi, quibus compoſitio tingebatur: quos tamen non tunc gigni, ſed tantùm conſpicuos disjunctione fieri vel hinc apparet, quòd, ſi rurſus intermiſceantur prorſus, & confundantur, idem reſtituitur Color, qui, antequam ſepararentur, apparebat. Eâdem de cauſſa commutationes, quæ ex variis Coloribus coeuntibus exoriuntur, veræ non ſunt, quia, Radiis heterogeneis iterum disjunctis, ipſiſſimos exhibent Colores,

quos

Num. 80 quos ante permistionem habebant; non secus ac pulveres, cæruleum & flavum, diligenter commistos Oculo nudo videri conspicis virides; attamen Colores corpusculorum componentium immutati non sunt, sed solùm confusi. Nam, si eos per melioris notæ Microscopium intuearis, adhuc cæruleum, & flavum, intersertos & permistos, videbis.

V.

Sunt igitur duo Colorum genera; alii nempe simplices sunt & primigenii; alii verò ex hisce compositi. Colores primigenii sunt *RUBER*, *FLAVUS*, *VIRIDIS*, *COERULEUS*, & *VIOLACEO-PURPUREUS*, unà cum *AUREO*, & *INDICO*, atque indefinitâ varietate graduum intermediorum.

VI.

Colores ejusdem speciei ac primigenii, possunt etiam per compositionem obtineri. Nam cæruleus Flavo mistus viridem, rubeus & flavus aureum, aureus, & ex flavo virescens flavum effingunt. Uno verbo, si misceantur duo quivis Colores, qui, in eorum serie, quos Prisma detegit, nimis inter se non distant, mutuâ intermistione component eum Colorem, qui in indicatâ serie medium inter illos occupat locum. Quod tamen non accidit iis, qui nimiis intervallis disjunguntur. Neque enim Aureus & indicus intermedium viridem, neque puniceus ac viridis interjectum flavum progignunt.

VII.

Sed ratio, quâ Albedo conficitur, est omnium maximè admiranda. Nullum est Radiorum genus, qui soli possint illam exhibere; Est semper composita, & ad eam componendam opus est omnibus primigeniis Coloribus certâ proportione commistis. Sæpius admirabundus observavi, quòd Colores omnes à Prismate detecti, cùm convergentes redduntur, & hoc pacto rursus miscentur ita

ita ut erant in Luce antequam in Prisma incideret, iterum exhibent Lucem prorsus & perfectè candidam, & nihil omnino, sensu judice, diversam à directâ Luce solari; nisi, cùm vitra, quibus utebar, satìs perspicua non erant; tunc enim Lux ista paulisper videbatur perfusa Colore, quo vitra erant infecta. Theoria nova de Luce & Coloribus.

VIII.

Hinc sequitur Albedinem esse vulgarem & communem Lucis Colorem: Lux etenim est confusum quoddam aggregatum ex Radiis omni Colorum genere præditis, & promiscuè ejaculatis ex variis corporis lucidi partibus. Istud autem confusum aggregatum, ut dixi, gignit Albedinem, si tamen in eo est justa quædam Colorum componentium proportio; siquis verò Color prævaleat, ad hunc Lux vergit; ut accidit in cæruleo Sulphuris, flavo Candelarum, & diverso Stellarum fixarum lumine.

IX.

Hisce perspectis, patet quâ ratione Colores Prismate excudantur. Cùm enim ex Radiis Lucem incidentem conflantibus ii, qui Colore differunt, proportionaliter etiam Refrangibilitate differant, inæqualis illorum Refractio debet eos segregare, & in oblongam figuram diducere ordinatâ quâdam serie terminatâ, hinc à coccineo minimè omnium, illinc à violaceo omnium maximè refrangibili. Neque aliâ de caussâ fit, ut omne id, quod per Prisma respicitur, coloratum appareat. Siquidem Radii heterogenei, utpote qui inæqualiter refringantur, diversas Retinæ partes petunt divergentes, ubi, (non secus ac antea Solis in pariete,) coloratas rerum imagines pingunt; ac non solùm quidem coloratas, sed etiam malè distinctas & valde confusas.

X.

Hinc etiam patet cur Iridis Colores in cadentibus pluviæ guttis appareant. Etenim guttæ Refractione detorquentes ad Specta-

 toris

Num. 80. toris Oculos ingentem copiam Radiorum aptorum qui purpurei appareant, Radios aliorum generum adeò minùs refringunt, ut Spectantis Oculum prætereant; quod faciùnt guttæ, quæ, in primariâ quidem Iride, sunt ad interiores partes, in secundariâ verò vel externâ, ad exteriores. Haud aliter, guttæ ad Spectatoris Oculum refringentes maximam illorum Radiorum vim, qui apti sunt ut rubei videantur, adeò magis Radios ceterorum generum refringunt, ut præter Oculum cadant; tales sunt guttæ exteriores in primariâ, & interiores in secundariâ Iride.

XI.

Admiranda phænomena infusionis ligni nephritici, aureæ bracteæ, fragmentorum vitri colorati, nonnullorúmque aliorum pellucidè coloratorum corporum, quæ Colorem cum positione mutant, his fundamentis amplius Oedipo non egent. Sunt enim substantiæ aptæ ad reflectendum aliud Radiorum genus, & ad aliud transmittendum; ut perspicere licet, si in obscuro cubiculo illuminentur homogeneâ vel simplici Luce. Siquidem tunc depictæ apparent illo solo Colore, qui eas inluxerat: ille tamen in quâdam positione vividior est & fulgentior quàm in ceteris, prout substantiæ ipsæ aptæ sunt ad magis vel minùs reflectendum, aut transmittendum Colorem incidentem.

XII.

Hinc etiam optimè ratio redditur inopinati experimenti, quod HOOKIUS alicubi in suâ *Micographiâ* se fecisse refert cum duobus pellucidis vasculis cuneiformibus, quorum alterum rubeo, alterum cæruleo liquore compleverat; videlicet, quòd, quanquam unumquodque seorsum satis esset pellucidum, tamen, cùm conjungebantur, opaca fiebant; nam, si alterum tantùm rubeos, alterum tantùm cæruleos Radios transmittebat, nulli utrunque transmeare poterant.

XIII

Theoria Nova de Luce & Coloribus.

XIII.

Plura hujus generis exempla ſubjicere poſſem, ſed hoc univerſale pro coronide referam. Quòd ſcilicet Colores omnium naturalium corporum hinc ſolùm originem trahunt, quòd hæc corpora ſint diverſimodè conſtituta, ita ut unum Radiorum genus copioſiùs quàm aliud reflectant. Cujus rei periculum feci in obſcuro cubiculo, ſuper hæc corpora conjiciens Radios ſimplices, at Coloribus diverſos. Etenim hoc pacto quodvis corpus quovis Colore donari poteſt. Tunc non habent Colorem proprium, ſed ſemper illum adoptant, quo Lux ſuperinjecta prædita eſt, hoc tamen cum diſcrimine, quòd maximè fulgentia & vivida ſunt in Radiis ejus Coloris, quem ſub diurnâ Luce referunt. Ibi Minium omnes Colores quibus illuminabatur indiſcriminatim aſſumebat, magis tamen in rubeo renidebat. Pariter, pulvis cæruleus montanus Colores omnes, pro lubitu, induebat, quibus irradiabatur; at ſub violaceo-cæruleo erat fulgentiſſimus: unde conſtat Minium reflectere Radios cujuſvis Coloris, ſed abundantiùs rubros; quapropter, cùm à diurnis Radiis, id eſt, ab omnigenis miſtis & confuſis illuſtratur, major rubrorum copia erit in Luce reflexâ, &, quia prævalent, ob id ipſum, rubro Colore tinctum Minium oſtendent. Et eâdem ratione, pulvis cæruleus montanus, reflectens maximam Radiorum cæruleorum copiam, cæruleus videtur, quòd horum Radiorum numerus in Luce, quam reflectit, aliorum quantitatem longè ſuperat; ac ſimilia dicenda ſunt de ceteris corporibus. Hanc autem eſſe perfectam & adæquatam cauſſam Colorum, quos corpora præ ſe ferunt, vel ex eo conſtat, quòd ea mutare aut adulterare Colores Radiis ſeorſum incidentibus inditos nullo pacto valent, ſed omnes illos, quibus irradiantur, indiſcriminatim induunt.

Quæ cùm ita ſint, ampliùs non diſputabitur, utrùm Colores in tenebris exiſtant; utrùm viſorum objectorum Qualitates ſint; neque forſitan, utrùm Lux ſit corpus. Etenim, cùm Colores ſint Qualitates Lucis, eorúmque plenum & immediatum ſubjectum ſint

 Radii

Num. 80. Radii Lucis, quomodo Radios ipsos qualitates esse putare possumus? Nisi fortè Qualitas Qualitatis subjectum esse potest, illámque sustinere; quod esset eam reipsâ vocare Substantiam. Corpora pro Substantiis non haberentur sine sensibilibus eorum Qualitatibus; & harum præcipua cùm nunc reperiatur pertinere ad aliquid aliud, hoc ipsum sanè non immeritò Substantiam credere possumus.

Præterea, quis unquam putavit Qualitatem esse aggregatum heterogeneum, quale Lux esse comperta est? Sed difficilius est accuratiùs determinare, quid sit Lux; quomodo refringatur; & quibus Modis, aut Actionibus in Mentibus nostris Colorum phantasmata progignat: Ego verò incerta certis miscere nolo.

Legens quæ scripseram, animadverti quòd oratio ipsa ducit ad nonnulla experimenta, quæ ad hujus rei examen sufficiunt: Quapropter, descripto uno ex his, quæ jam innui, tibi ampliùs molestus non ero.

Obscurato cubiculo, lignea fenestra terebretur foramine, cujus diameter benè potest esse trientis pollicis, circiter, ut sufficientem Lucis solaris copiam admittat; huic foramini aptetur Prisma perspicuum, & Colorum expers, quo Lux ingrediens remotiorem cubiculi partem versùs refringatur, quæ, ut dictum est, hoc pacto in oblongam & coloratam imaginem diffundetur. Deinde Lens, cujus Radius sit, circiter, trium pedum, (puta, latum tripedalis Telescopii vitrum objectivum,) collocetur ad quartum aut quintum à Prismate pedem, per quam omnes Colores illi simul transmitti possint, & ab eâ refracti convenire ad majus intervallum decem, vel duodecim pedum, circiter. Si ad hoc intervallum albâ papyro Lucem illam excipias, videbis Colores, eo quòd commisti sunt, rursus in Albedinem conversos. Sed Prisma & Lens firmissimè posita sint, necesse est, & papyrus, in quam Colores incidunt, ita moveatur, ut ad Prisma nunc accedat, nunc ab eo recedat; nam, hac motione, non solùm invenies intervallum, ubi perfectissima est Albedo; sed etiam observabis Colores gradatim coire, & in Albedinem evanescere; ac deinde, postquam sese decussaverunt ubi Albedinem componunt, iterum segregari & diverge-

vergere, & ordine inverso eosdem apparere, ac antequam coalescerent. Perspicies etiam, quòd siquem Colorem à Lente prohibeas, Albedo migrat in alios Colores. Quocirca, ut Albedinis compositio perfecta sit, sedulò curandum est ut Colores omnes in Lentem incidant. Sic in lineari hujus experimenti adumbratione, (*Fig.* 2.,) ABC repræsentat Prisma propè foramen F ligneæ fenestræ EG. Prismatis angulus verticalis ACB non malè erit sexaginta graduum, circiter. Sit NM Lens lata pollicibus duobus cum semisse, vel tribus. SF una ex rectis lineis, per quas heterogenei Radii jugiter è Sole fluere concipiuntur. Sint FP, FR duo ex his Radiis inæqualiter refracti, qui, vi Lentis, convergunt Q versùs, &, postquàm se decussaverunt, rursum divergunt. Atque HI sit papyrus ad plura à Lente intervalla, super quam projiciuntur Radii colorati, qui in Q quidem Albedinem constituunt, sed sunt rubei, & flavi in R, *r*, & *ρ*, ac cærulei, purpureique in P, *p*, & *π*.

Theoria nova de Luce & Coloribus.

TAB. I.

Si quis ad severius examen revocare velit id, quod in Propositionibus tertiâ, & decimâ tertiâ asserui, quòd scilicet Color quivis simplex nullo pacto mutari potest, sciat omnino opus esse, ut cubiculum sit perquàm obscurum, ne qua Lux per illud dispersa, sese Colori immiscens, illum, contra tentantis vota, disturbet, componat, corrumpat. Neque minùs necesse est ut Colores perfectiùs separentur, quàm fieri potest ratione superiùs descriptâ, scilicet unius Prismatis Refractione; quomodo autem obtineri possint accuratiores hæ separationes, facilè perspiciet is, qui jam detectas Refractionum leges considerabit. Sed, si periculum fiat in Coloribus non omnino simplicibus, immistioni concedendæ sunt mutationes proportionales. Sic, si Radii flavi non simplices cadant super cæruleum pulverem montanum, illum non omnino flavum, sed potiùs viridem ostendent; quia in flavo composito multi sunt Radii viridiformes, &, cùm Viriditas minùs à vulgari hujus cærulei pulveris Colore differat quàm Flavedo, Radii viridiformes copiosiùs ab illo reflectentur.

Haud secus, siquis ad examen revocaturus utrùm, ut affirmavi, Colores prismatici intercepti nullo pacto reparari possint ex

 aliis

Num. 80. aliis prætermissis, aliquem ex his Coloribus, puta, rubeum intercipiat; necesse est ut, vel Colores probè segregati sint antequàm rubeus intercipiatur; vel simul cum rubeo excludantur proximi Colores, quibus clam rubeus immistus est, (id est flavus, atque etiam fortasse viridis;) vel ratio habeatur rubei, qui prodire potest ex flavo-viridi, quatenus diffusus erat, & passim hisce Coloribus immistus; His verò diligenter observatis, invenietur, quòd neque rubeus, neque alius quicunque Color interceptus reparari potest. Hæc, arbitror, sufficiunt pro introductione ad hujus generis experimenta; quæ si quis è Regiâ Societate prosequi volet, quo successu id fecerit scire peropto; ut, si quid vitiosum, aut huic narrationi contrarium videatur, occasionem habeam aut accuratiùs indicandi quid circa hanc rem faciendum sit, aut errores, si in aliquos incidi, cognoscendi.



ART.

ART. I·I.

***********************************************

## DESCRIPTIO
## *Novi cata-dioptrici Telescopii inventi*
## AB
# ISAACO NEWTONO
## *Regiæ Societatis Socio, & Mathematum Professore in Universitate* Cantabrigiensi.

EXIMIUS hic Mathematicus, cùm nobis tradiderit in Transactionibus Mensis Februarii nuper præteriti * rationem, quâ inductus fuerat, ut de Telescopiis *reflectentibus* cogitaret, pro *refringentibus*, nobis obtulit hoc opus conspectu & notatu dignum, tanquam specimen utilitatum, quæ sperari possunt ex his Telescopiis; ex illo autem patet, quòd Telescopiorum Tubi multò breviores reddi possunt, nullatenus diminutâ augendi facultate. Transf. Phil. 25 Mens. Martii An. 1672. Num. 81. pag. 4004.

Novum hoc instrumentum constat ex duobus è Metallo Speculis, altero concavo, (quod vitri objectivi munere fungitur) altero plano: habet præterea exiguam Lentem ocularem plano-convexam.

Hujus constructio facilè, ope *Figuræ tertiæ* potest concipi; nempe quòd Telescopii hujus tubus apertus est ad eam extremitatem, quæ ad objecta convertitur; quòd altera extremitas clausa est, ubi locatum est Speculum concavum, de quo supra meminimus; quòd prope extremitatem apertam est Speculum planum ovale, TAB. I.

* Vide Art. I. hujus Opusc. XIX.

Num. 81. ovale, quàm poteſt, exiguum, quò minùs impediat ingredientes Lucis Radios; & quòd idem Speculum inclinatum eſt ſuperiorem Tubi partem verſùs, quæ parvo terebrata eſt foramine munito Lente oculari; ita ut Radii à re perſpiciendâ prodeuntes priùs incidant in Speculum concavum in imo Tubo poſitum, unde reflectuntur alteram Tubi extremitatem verſùs, ubi intercipiuntur à plano Speculo obliquè collocato, à quo reflexi diriguntur ad exiguam Lentem ocularem plano-convexam, atque adeò ad Spectatoris Oculum, qui deorſùm verſùs intuens, ea videt, ad quæ Teleſcopium converſum eſt.

Ut hæc pleniùs & meliùs intelligantur, Lector inſpiciat, ſi libet, Figuram ſupra citatam, in quâ AB eſt concavum Speculum, cujus radius aut ſemidiameter eſt pollicum duodecim cum beſſe, vel tredecim.

CD aliud Speculum metallicum, cujus ſuperficies plana eſt, peripheria verò ovalis.

GD eſt filum ferreum, quod ſolidè retinet annulum cupreum, & cui affixum eſt Speculum CD.

F parva Lens ocularis, plana ſuperiùs, & convexa inferiùs, cujus Radius eſt uncialis ($\frac{1}{12}$ Poll.,) vel etiam minor.

GGG pars anterior Tubi aperti, qui ita hæret annulo cupreo HI, ut moveri nequeat.

PQKL eſt poſterior tubi pars fixa alteri annulo cupreo PQ.

O uncus ferreus firmiter aptatus annulo PQ, & cochleâ N inſtructus, quâ poſterior Tubi pars procedere, vel retrocedere poteſt, ut hac ratione Specula juſto intervallo ab invicem diſtent.

MQGI eſt uncus ferreus tubum ſuſtinens, & clavo R affixus globo tubulóque S, quo Tubus quoquo verſùs converti poteſt.

Centrum Speculi plani CD debet eſſe in axe Tubi, & in illo quidem puncto, in quo cadit perpendicularis ad axem ducta à centro exigui vitri ocularis: hoc autem punctum hìc deſignatum eſt literâ T.

Si quis intelligere volet, quàm diſtincta Teleſcopium hoc repræſentet objecta, quàm à Coloribus immunia, & quanto hiatu Lucem admittat, invicem conferat intervalla, quibus Focus E diſtat à ver-

à verticibus exigui vitri objectivi, & Speculi concavi; scilicet E F longa est pollicis sextante; & E T U sex pollicibus cum triente; unde eruitur ratio ut 1 ad 38: Hinc liquet quòd objecta, circiter, triginta & octo vicibus majora fiunt, & quòd eorum diameter videtur per hoc Telescopium duabus vicibus cum semisse major quàm per vulgare Telescopium bipedale. Novum Catadioptricum Telescopium.

Hactenus de hujus Telescopii constructione; Materiam quoque metallicam aptam ad hæc reflectentia Specula conficienda Inventor in considerationem accepit; & hoc præcavendum præscripsit, ne, dum quæritur metallica mistura alba, firma, & durabilis, negligatur copia tenuissimorum pororum Microscopio tantùm visibilium, quibus hæc mistura plena esse potest: Nam, quamvis Metallum probè politum videri possit, tamen tenuium pororum oræ citiùs, dum politur, terentur, quàm aliæ ejus partes; & eâ de caussâ Metallum, quantumvis politum videatur, tamen Reflexionem minùs accuratam, quàm erat in votis, conficiet. Sic Bismuthum mistum cum vulgari ære campano, æs illud reddit candidius aptúmque ad majorem Lucis vim reflectendam; attamen fumi, qui, dum funditur, extolluntur tanquam aereæ bullulæ, Metallum microscopicis istis poris totum complent: Album autem Arsenicum, utramque rem simul præstat, siquidem Metallo candorem affert, nec soliditatem aufert, poróśque non inducit, præsertim, si fusura nimis violenta non fuerit. Monuit etiam Stellatum-Regulum Martis (quo aliquoties usus est) seu potiùs aliquam similem substantiam merere accuratum examen.

Addidit præterea, quòd Pulvis è Stamno usto, sive quis huic similis, quo Metallum politur, illud, nisi subtilissimus sit, arat acutis particularum suarum angulis, & complet tenuioribus illis poris, de quibus meminimus. Quapropter, antequam judicium feratur, sedulò dispiciendum est utrùm Metallum per totam crassitiem suam porosum sit, necne.

Cùm, ut ait, Arsenicum & Metallum diversis proportionibus non miscuerit, determinare nequit quænam mistura sit omnium optima, sed arbitratur benè adhiberi posse Cupri quantitatem

Num. 81. pondere sextuplam aut octuplam quantitate Arsenici, cujus major copia Metallum fragile reddit.

En rationem, quâ id perfecit. Primò Cuprum seorsum liquefecit, deinde addidit Arsenicum, quo liquefacto, hæc duo paulisper agitavit ut commiscerentur, cavens interea ne perniciosos vapores hauriret spiritum prope misturam ducens. Postea Stamnum immisit, & rursus omnia miscuit simul ac Stamnum liquatum fuerat, (quod brevissimo tempore accidit,) & statim mistionem effudit.

Se nescire fatetur, utrùm, mistione diutiùs super ignem relictâ post injectum Stamnum, vehementior fusura poris Metallum complere possit; sed hanc, (quâ usus est,) agendi rationem tutiorem opinatur.

Adjicit Speculum illud, quod *Londinum* miserat, Arsenico carere, sed exiguam Argenti quantitatem continere, nempe, (quantùm meminisse poterat,) *chellinum* unum inter tres Metalli uncias. Sibi tamen videri Argentum plus obesse, eo quòd Metallum magis molle reddat & minùs aptum polituræ suscipiendæ, quàm prodesse, eo quòd candidum nitidúmque efficiat.

Aliquando miscuit unam Arsenici unciam cum sex unciis Cupri, & duabus Stamni; quæ mistura ab Amico, ut audivit, meliùs quàm alia polita fuit.

Objectum fuerat, quòd difficile est hisce Telescopiis res, quas quis intueri cupit, reperire; respondet, incommodum istud commune esse Tubis omnibus valde res augentibus; illud tamen modico usu diminui, siquidem ipse facilè invenire potest sub diurnâ Luce, quidquid videndum sibi proponit, dummodo nosset quem obtinebant situm relatè ad alia, quæ fortuitò in Telescopio suo videbat; sed, noctu Stellas invenire fatetur esse difficilius; tamen putat hoc incommodum facilè submoveri posse duabus dioptris affixis ferreæ virgæ, quâ Tubus sustinetur, sive vulgari Speculo hærente ferreæ compagi Tubum ferenti, & directæ idem Objectum versùs, juxta descriptionem, quam CARTESIUS attulit in suâ *Dioptricâ*, ut levaretur idem incommodum, quod in melioribus ejus Telescopiis occurrebat.

Hacte-

Hactenus Inventoris epistola de hoc instrumento, cujus descriptionem cùm misissemus CHRISTIANO HUGENIO ZULICHEMIO, ex eo hoc responsum accepimus literis datis A. D. 13 Februarii An. 1670. *st. n.*

---

ART. III.

**************************************************

## *Telescopium hoc probatur à* CHRISTIANO HUGENIO ZULICHEMIO.

EX descriptione admirandi Telescopii à NEWTONO inventi, quam mihi misisti, video illum rectè observavisse commoda, quibus Speculum concavum superat in colligendis Radiis parallelis Lentem convexam; quæ quidem commoda, juxta rationem quam ipse subduxi, certè maxima sunt. Hinc fit, ut longè magis patulum haberi possit Speculum istud, quàm Lens objectiva æquedistantem Focum habens, &, idcirco, ut hac ratione objecta multò majora reddi possint quàm vulgatis Telescopiis. Præterea, hoc pacto vitatur vitium, quod semper inest vitris objectivis convexis, quòd scilicet eorum duæ superficies alia ad aliam inclinatæ sunt; unde corrumpitur Refractio Radiorum, qui transeunt per vitrorum latera; hoc autem damnum majus est, quàm reputatur. Insuper metallicum Speculum merâ Reflexione tot Radios non intercipit, quot vitrum, cujus singulæ superficies ingentem Radiorum copiam reflectunt, & cujus materia opaca plures de medio tollit. Transf. Phil Mens. Mart. An. 1672. Num. 81. pag. 4008.

Veruntamen opus & labor erit invenire ad Speculum conflandum materiam, quæ æquè benè atque nitidè perpoliri possit ac vitrum, & rationem dandæ hujus expolitionis figurâ sphæricâ non vitiatâ. Hucusque mihi non occurrerunt Specula, quæ propiùs à

Num. 81. vitri politurâ abessent; &, nisi NEWTONUS jam novit meliora sibi parare, timeo ne Telescopium hoc res minùs distinctas, quàm Telescopia vitris instructa, repræsentet. Operæ tamen pretium est sedulò investigare quomodo huic incommodo subveniatur; & non dubito quin id assequi possimus. Credo equidem quôd NEWTONUS non neglexit animadvertere utilitates, quibus Speculum parabolicum spærico antecelleret in Telescopio sic constituto; sed eum puto, non sperare futurum ut, quantùm opus est, accuratæ obtineantur superficies à sphæricâ diversæ. Ego sanè id non spero; quanquam faciliùs haberi possint superficies parabolicæ, quàm ellipticæ aut hyperbolicæ, ob quandam Conoidis parabolici proprietatem, quòd nempe omnes sectiones axi parallelæ eandem Parabolam restituunt.

Hactenus HUGENII epistola Hominis acumine dignissima, ad cujus ultimam partem, quæ agit de formandis conoidibus parabolicis, respondit NEWTONUS literis ad Editorem datis A. D. vicesimum Februarii 1671. *st. v.*, quòd, quanquam ipse, non magis quàm HUGENIUS, speret opus perfici posse regulis geometricis, tamen non dubitat quin aliquo pacto res mechanicis artificiis perficiatur.

Hisce omnibus subdere libet excerptum epistolæ nuperrimè (A. D. undevicesimum Mensis Martii) ab Inventore novi hujus Telescopii è Cantabrigiâ, hoc exemplo datæ.

His omnino similia perscripserat HUGENIUS ad Auctorem Diarii Eruditorum. Vide *Hugenii Opera Omnia*. Edit. Lugduni Batavorum 1724. Tom. IV. pag. 757., & *Diar. Erud.* 29. Februarii An. 1672. pag. 26.

ART.

ART. IV.

*******************************************

## *Quædam ad idem instrumentum pertinentia conscripta ab* ISAACO NEWTONO.

ULTIMA, quam ad te dedi, epistola locum tibi præbuit verendi ne vel instrumentum à me missum aliquo pacto vitiatum esset, vel Metalli nitor hebetatus; tuæ vero literæ mihi rem se ita habere prorsus persuaserunt: Nam, dum apud me erat, nonnullas Lunæ partes æquè distinctas repræsentabat, ac vulgaria Telescopia, quæ res, quantùm hoc, augent. Probè tamen scio hoc instrumentum imperfectum esse, & quatenus optima non est Metalli compositio, & quatenus mala est fusura, ut cognoscere potestum ex asperitate, quæ est circa Speculi meditullium quà politum est, tum ex figurâ ejus prope hanc asperitatem; in quibus omnibus instrumentum hoc perfici potest. Ibidem.

Monere videris, quòd ratio 38 ad 1 locum solùm habet, cùm res augendæ non nisi parum à Telescopio distant. Sed, si nostrum hoc istam incrementi proportionem servat in exiguis intervallis, puta, quingentorum pedum; certè per Regulas opticas augebit objecta sita ad intervalla, quæ maxima concipere licet, plusquàm in ratione $37\frac{1}{4}$ ad 1; quæ diminutio adeò parva est, ut sumi possint integri numeri 38 ad 1.

Hic aliud instrumentum confecimus primo simile, quod optimè successit. Heri illud comparavi cum Telescopio sex pedum, & comperi nostrum tum magis augere, cùm distinctiùs res ostendere: Hodie perspicio, quòd illo perlegere possum Transactiones philosophicas à me centum pedibus dissitas, & nonnulla verba ad pedes centum cum viginti. Cùm hæc tentavi, ejus hiatus (propè Oculum definitus) major erat quàm qui æquipolleret Speculi ob-

jectivi trienti cum pollice. Quod non inutile erit iis, qui Reflexionibus operam dare volent; hinc etenim aliquatenus judicare poterunt de perfectione instrumentorum, quae confecerint.

---

## ART. V.

*********************************************

### *De Cometâ, qui visus fuit Anno* $167\frac{1}{2}$, *hæc à* NEWTONO *relata habentur in Transactionibus Philosophicis.*

Transf. Phil. An. 1672. Mens. Num. 81. pag. 4018.

ISAACUS NEWTONUS circa diem decimum sextum Mensis Martii *st. vet.* vidit obscuram Stellam ad partem, quæ media est inter Meridiem, & Orientem *Persei*, quam nunc arbitratur fuisse Cometam hujus Anni. Erat valdè parvus, & eum diutiùs non observavit, quia nullam sensibilem caudam habebat.

ART.

ART. VI.

******************************************

# ISAACI NEWTONI

## *Epiſtola ad Editorem data A. D. viceſimum ſextum Menſis Martii An.* 1672. *continens nonnullas admonitiones ad novum ſuum Teleſcopium pertinentes, & Tabulam hiatuum ad diametrorum Lentium ocularium pro variis hujus inſtrumenti longitudinibus.*

POST ultimam meam Epiſtolam iterum ambo Teleſcopia comparavi, & inveni quòd Teleſcopium ex Metallo, tum Lunam, tum quæ propinquiora ſunt, aliquanto magis, quàm alterum, diſtincta repræſentat. Sed fatendum eſt, mihi non ſatis perſpectum eſſe quàm bonum ſit iſtud alterum, quod ad comparationem hanc faciendam ſum mutuatus; quapropter velim ut magis confidatur in alio experimento, quo ſcilicet Amici aliquot & ego perſpeximus nos legere poſſe Tranſactiones à nobis centum, aut centum & viginti pedibus remotas; ut dimetiendo intervallum comperi. Tunc autem collegi aperturam eſſe unius pollicis cum triente ex experimentis, quæ me docuerunt, quòd opus erat obſtaculo iſtius latitudinis, ut removeretur tota Lux, quæ ab aliquo proſpectæ rei puncto profluebat.

Transf. Phil 22 Menſis Aprilis An. 1672, Num. 82. pag. 4032.

Fatear etiam, quòd plana Lamella ex Metallo, quæ ponitur prope vitrum objectivum, perfectâ figurâ prædita non eſt; unde fit, ut rerum viſarum meditullium minùs diſtinctum appareat, quàm extremitates. Spero autem futurum, ut, correctâ hujus lamellæ figurâ,

Num. 82. figurâ, (quod quidem præter opinionem difficile mihi videtur,) ea, quæ per Telescopium hoc inspiciuntur ubique distincta, quinimò magis distincta in meditullio quàm circa oras, repræsententur; & pro certo habeo effectus majores exorituros.

Sed comperio plus Lucis perire Metalli, quod hactenus adhibui, Reflexione, quàm transmissione per vitra: quapropter breviores Lentis ocularis diametri longioribus præferendæ videntur pro objectis obscuris; posito quòd Telescopium res augeat triginta quatuor, vel triginta duabus vicibus. Quæ verò fulgent ad quodvis intervallum posita, videntur hoc eodem Telescopio posse perspici majora triginta & octo, vel quadraginta vicibus, & quidem satis distincta. Tamen arbitror, quòd eadem Lentium ocularium diameter adhiberi bene posset pro quibuscunque, si chalybea materies, quâ Londinenses utuntur, fortiùs refringeret, quàm illa, quam ipse usurpavi.

Cognitis effectibus unius ex hisce instrumentis cujusvis longitudinis, ex Tabulâ suppositâ perspicere licet, quid ex aliis similibus, sed longitudine diversis, expectandum sit, dummodo Ars præstare possit, quæ Theoria pollicetur. Prima Columna exhibet Telescopii longitudines per pedes dimensas, quæ duplicatæ dant semidiametros Sphæræ, cujus figura concavo Metallo tribui debet. Secunda Columna continet hiatuum rationes pro quâque longitudine. Tertia denique refert proportiones diametrorum, Sphærarum, quibus convexæ Lentium ocularium superficies sunt definiendæ.

Usus

Nonnulla ad Telescopium hoc Spectantia.

| Longitudines | Hiatus | Diametri |
|---|---|---|
| ½ | 100 | 100 |
| 1 | 168 | 119 |
| 2 | 283 | 141 |
| 3 | 383 | 157 |
| 4 | 476 | 168 |
| 5 | 562 | 178 |
| 6 | 645 | 186 |
| 8 | 800 | 200 |
| 10 | 946 | 211 |
| 12 | 1084 | 221 |
| 16 | 1345 | 238 |
| 20 | 1591 | 251 |
| 24 | 1824 | 263 |

Usus hujus Tabulæ meliùs exemplo patebit: quocirca suppone Telescopium semipedale, cujus hiatus sit unius pollicis, tricies augere, & quidem distinctè, objectum aliquod; & quæratur, quænam futura sit analoga constitutio, atque quinam effectus Telescopii quadripedalis: Habes ex Columnâ secundâ, ut 100 ad 476, ita hiatus ad hiatum, ita etiam numerus ad numerum vicium, quibus hoc Telescopium auget. Quocirca, cùm Telescopium semipedale habeat hiatum unius pollicis, & tricies majora ostendat objecta, Telescopium quatuor pedum habere per analogiam debebit hiatum pollicum $4\frac{76}{100}$, & augere 143 vicibus. Ex tertiâ verò Columnâ habes ut 100 ad 168, ita diametri Lentium ocularium: Atque adeò, quoniam diameter convexitatis vitri ocularis pro Telescopio semipedali longa est pollicis quincunce, pro Telescopio quatuor pedum ea esse debebit $\frac{168}{500}$ poll., hoc est, trientis pollicis, circiter; & sic de aliis longitudinibus. Quis autem eventus reipsâ futurus sit, expectandum est ut ab experimentis determinetur. Hæc innuere tantùm utile sum arbitratus, ut ii qui

 volent

Num. 82. volent periculum facere quid valeant Telescopia aliarum longitudinum, faciliùs sciant quomodo instrumenta instituenda sint. Exemplo sit Telescopium quatuor pedum: quia ejus hiatus esse debet quinque vel sex pollicum, opus est laminâ ex Metallo latâ, saltem, septem vel octo pollicibus, quia circa extremitates difficilè figuram necessariam induet. Metalli crassities ita latitudini sit accommodata, ut Metallum, dum teritur, non incurvetur. Eo perpolito, plures Lentes oculares tentandæ sunt, ut dignoscatur quænam diameter utiliùs adhiberi possit.

---

## ARTIC. VII.

*************************************************

## *Excerptum ex alterâ Epistolâ ejusdem* NEWTONI *ad Editorem datâ A. D. tricesimum Mensis Martii An.* 1672, *quâ respondetur ad aliquas Objectiones, quas acutus quidam Philosophus* GALLUS *in novum Telescopium reflectens fecerat.*

*DOMINE*

Transf.Phil. An. 1672. Mens. Apr. Num. 82. pag 4034. PERSUASUM habeo ipsum M. A. fassurum Reflexionis commoda theoreticè considerata esse maxima, cùm sciet diversos Lucis Radios *diversâ Refrangibilitate* præditos esse. Sed, quod pertinet ad praxin, instrumenta jam confecta aliquatenus patefaciunt quàm vividè reflectens & quàm fulgens metallica substantia politione reddi possit. Neque à verisimili alienum est, quòd invenire licet novas Metallorum expoliendorum rationes longè præ-

præcellentes hiſce, quas nunc adhibemus. Cùm verò Metallum ſemel probè politum habetur, diutius nitidum ſervabitur, dummodo ab humiditate & ab aere diligenter defendatur. Etenim Metallorum nitor præcipuè videtur hebeſcere, eò quòd humiditas ſuper expolitam ejus ſuperficiem denſatur, illámque acidis quibuſdam ſpiritibus, quibus athmoſphæra tota fœta eſt, corrodit & ærugine inducit; vel, ſaltem, quòd humiditas evaneſcens ſuperficiem illam relinquit obductam tenui pelliculâ, quæ concreſcit, partim ex terreſtri humiditatis fæce, partim ex pulvere, qui per aerem circumvolitans, Metallo inſidet atque adhæret.

Reſponſio ad acuti cujuſdam *Galli* objectiones.

Quando non eſt, cur ſæpius hoc utaris inſtrumento, ſunt aliæ rationes Metalli diutiùs præſervandi; velut, fortaſſe, ſi illud vini ſpiritu vel alio non inepto liquore demerſum ſerves. Si verò hebetatur ejus fulgor, reſtitui poteſt fricando Metallum molli corio, aut aliâ ſimili re, nullis adhibitis pulveribus excoriantibus, dummodo æruginem non contraxerit; tunc enim iterum expoliendum eſt.

Certò novi minus Lucis à Metallo reflecti, quàm à vitro tranſmitti; & huic incommodo remedium allaturus, in ultimâ meâ epiſtolâ dixi breviores diametros tribuendas eſſe Lentibus ocularibus pro hiatuum ratione, quàm quas tribuere mos eſt in aliis Teleſcopiis. Veruntamen, cùm invenerim aliquas metallicas ſubſtantias, quæ fortiùs reflectunt, meliùs poliuntur, & difficiliùs hebetantur, quàm aliæ; ſpero futurum ut, lapſu temporis, aliæ detegantur magis ab his incommodis immunes, quàm quæ hactenus uſurpatæ fuerunt.

## ART. VIII.

****************************************

# ISAACI NEWTONI

## *Observationes in partem Epistolæ scriptæ à* BERCÆO *& editæ in* octavo gallico commentario *de* CATADIOPTRICO TELESCOPIO, *quod asseritur perfectius & absolutius redditum à* CASSEGRAINIO.

Transf. Phil. 20 Mens. Maji An. 1672. Num. 83. pag. 4056.

UT Lector meliùs judicare possit de hoc negotio, conferens inventum CASSEGRAINII cum invento NEWTONI, necesse est ex Gallicis commentariis mutuare, quæ de istâ re ibi habentur; sunt autem sequentia.

Tibi mitto (scribit BERCÆUS ad hujus scripti Editorem) exemplum literarum, quas CASSEGRAINIUS ad me dedit, & in quibus agit de proportionibus Tubæ inventæ à SAMUELE MORELANDO. De NEWTONII Telescopio, res prorsus inopina visa est, & tum me, tum illum qui Tubæ proportiones detexit, perculit. Nam, ipse ante hos tres menses mihi miserat Figuram Telescopii à se excogitati, & huic omnino similis; sed quod magis ingeniosum videtur.

Ecce tibi brevem illius descriptionem.

TAB. I.

Est ABCD (*Fig.* 4.,) fortis tubus, in cujus infimâ parte est Speculum concavum CD perforatum circa meditullium E.

Sed F est Speculum convexum, cujus convexitas ita est disposita, ut reflectat imagines, quas recipit à magno Speculo, foramen E versùs, ubi locata est Lens ocularis, per quam dispiciuntur objecta.

Com-

Commoda, quibus Telefcopium hoc anteire *Newtonianum* mihi videtur, funt hæc. Animadverfiones in CASSEGRAINII Telefcopium.

Primum eft, quòd os vel hiatus AB poteft effe quantælibet amplitudinis; & idcirco tot Radiis illuftrari poteft Speculum concavum, quot Speculum Telefcopii, cujus defcriptionem nobis impertitus es.

Secundum autem eft, quòd Radii planè fecundùm Naturæ leges reflectentur, nempe circa axem ipfum, & idcirco magis vividè.

Tertium denique, quòd afpectus jucundior eft; fiquidem Spectatorem non offendit nimia Lux, quia imum inftrumentum CD totum vultum abfcondit. Præterea, ifto faciliùs, quàm *Newtoniano*, detegentur res, quas intueri volumus.

Hæc Gallus Auctor; quibus fubnectemus NEWTONI animadverfiones, prout eas ab eodem accepimus Epiftolâ datâ *Cantabrigiæ* A. D. quartum Menfis Maii An. 1672, hoc exemplo.

---

## ART. IX.

************************************

*DOMINE*

JUCUNDISSIMUM fanè effet, fiquid perfectionis Catadioptricum Telefcopium caperet; fed vereor ne fpem fallat illud, cujus defcriptionem, (ut ex te didici,) edidit CASSEGRAINIUS ante hos tres menfes, & nuper typis mandavit inter gallicos commentarios. Ibidem pag. 4057.

Etenim, cumprimùm ad Reflexionum effectus expendendos me tradidi, offendi *Opticam promotam* GREGORII, (qui liber typis editus fuit Anno 1663,) ubi eft inftrumentum, (defcriptum *paginâ* 94.,) illi fimile, quod communicavit CASSEGRAI-

Num. 83. NIUS, habens nempe foramen in medio Metallo objectivo, ut Lux transire possit ad vitrum oculare collocatum post Speculum: Hinc ansam arripui harum constructionum considerandarum; eásque his incommodis obnoxias comperi.

Primò, plus Lucis in Metallo amittetur, cùm ea reflectetur à parvo convexo Speculo, quàm cùm à plano ovali; Siquidem, passim observatur, quòd major Lucis copia reflectitur à quolibet corpore, quando in illud obliquissima, quàm potest, incidit.

Secundò, Speculum convexum Radios non reflectet æquè bene ac planum ovale, nisi habeat figuram hyperbolicam, quæ longè difficiliùs, quàm plana, obtinetur; &, quantumvis accurata, rite non reflecteret nisi Radios pertinentes ad Axem.

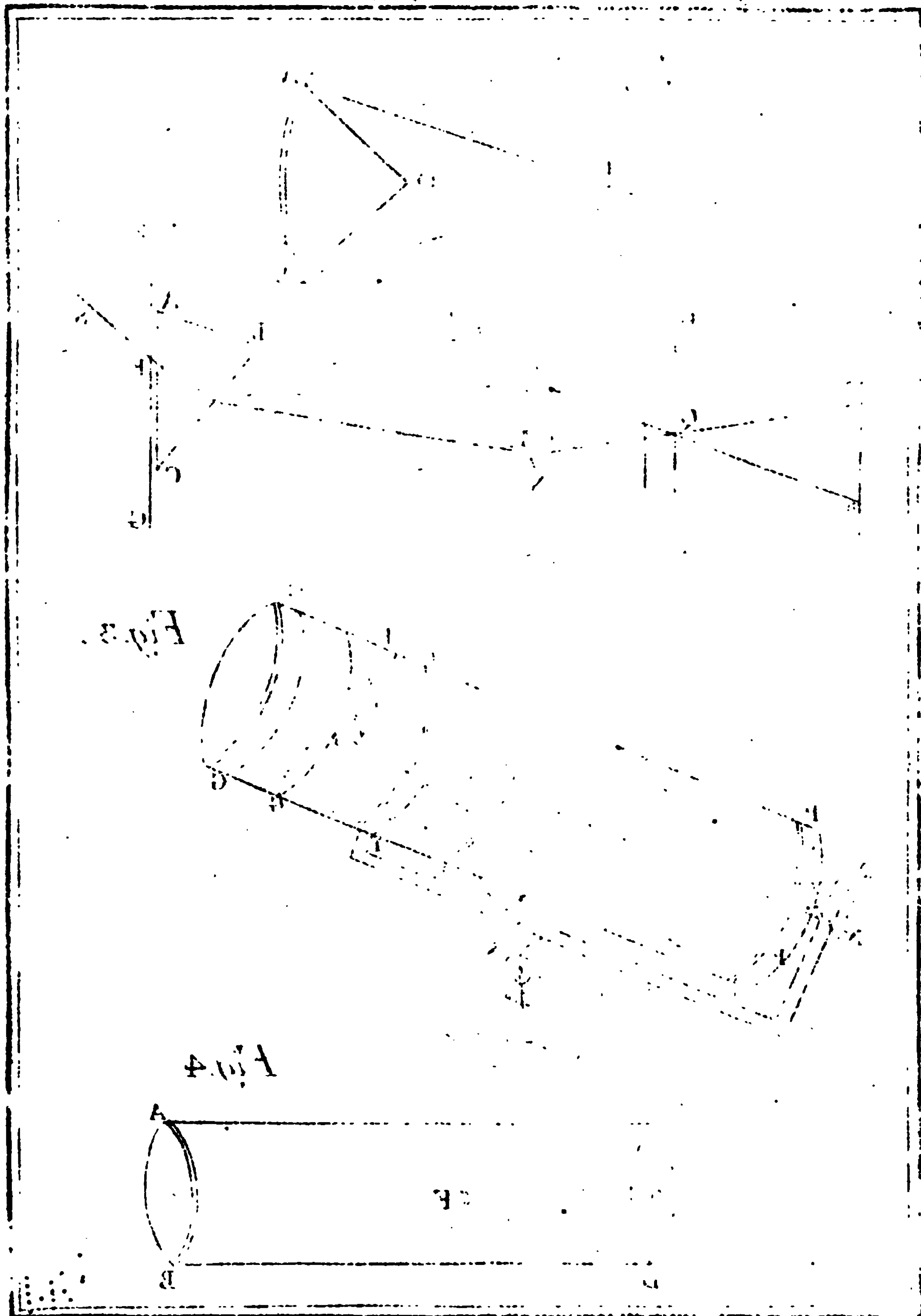
Tertiò, errores à convexo Speculo creati valdè augebuntur ob nimium intervallum, quod Radii à Speculo reflexi peragere debent, ut ad Lentem ocularem perveniant. Quâ de causâ opinor, quòd (in meo Telescopio) cavendum est ne tubus fiat majoris diametri quàm necessitas postulat, ut vitrum oculare sit plano ovali, quantùm fieri potest, proximum, neque tamen Lux utilis impediatur quominus ad Metallum objectivum perveniat,

Quartò, errores, quos Metallum objectivum inducit, magis augebuntur, si Radii reflectantur à convexo, quàm si reflecterentur à plano, quia convexum undique recedit & deflectitur à punctis, in quæ singuli Radii deberent incidere.

Quintò, hisce de caussis necesse est figura exigui Speculi convexi sit præter modum accurata & ad unguem facta; tametsi experientiâ comperio multò difficiliùs exigua ista, quàm grandiora, in accuratam figuram tornari.

Sextò, quoniam errores, quos circa perimetrum concavi objectivi Metalli figura producit ob id-ipsum quod sphærica est, multo majores fiunt à convexo; objectivi latitudo tanta, quanta in alterâ constructione, esse non poterit, quin objecta malè distincta repræsententur.

Septimò, quia exiguum Speculum convexum magis conducit ad vim augendi, quàm planum ovale, instrumentum sic constructum multò magis, quàm aliud augebit objecta pro ratione Sphæræ, in



in quam magnum Metallum concavum formatum eſt; cùmque objecta multo majora reddat, quàm deberet pro hiatûs ratione, ea repræſentabit valde obſcura & tenebricoſa, & etiam confuſa: Cui incommodo nullâ ratione concinnè ſubveniri poteſt. Nam, ſi exiguum Speculum convexum facimus latioris Sphæræ, majus incommodum creabit intercipiendo nimiam quantitatem meliorum Radiorum; ſi diameter Lentis ocularis minor ſit, quàm opus eſt, eo ipſo angulus Viſionis evadet adeò parvus, ut futurum ſit negotium difficultatis & incommodi pleniſſimum, detegere objecta, quorum, poſtquàm inventa erunt, valde exigua pars uno intuitu diſpicietur.

Animadverſiones in CASSEGRAINII Teleſcopium.

Hinc intelligere potes, quòd tria commoda, quæ ſibi proponit CASSEGRAINIUS, ſunt potiùs incommoda. Nam, juxta conſtructionem, hiatus inſtrumenti erit anguſtus, objecta obſcura & confuſa, & etiam inventu difficilia. Neque video, quomodo Reflexio fiat circa axem ipſum, & ſecundùm Naturæ leges potiùs in hoc inſtrumento quàm in alio; ſiquidem axis ipſe Oculum verſùs reflectitur ab ovali plano Speculo, & Lux externa removeri ab Oculo poteſt tubi latere æquè bene ac fundo.

Vides igitur hujus Teleſcopii commoda nulla eſſe, ſed incommodum tantum fore, & quidem inevitabile, ut timeam ne in uſum utiliter cedere poſſit. Et, cùm reputo hoc Teleſcopii genus magis obvium eſſe quàm alterum, ut vel inde conſtat quòd hoc aliis antea inventis ſimile eſt, ferè inducor ut credam eos, qui aliquid in Catoptricis moliti ſunt, omnes primùm expertos eſſe quid hoc præſtaret, &, quoniam iis res malè proceſſerat, hinc factum eſſe ut hactenus reflectentibus Teleſcopiis caruerimus.

Nam, GREGORIUS de hiſce inſtrumentis agens in libro ſuperiùs citato (*pag.* 95) ait; *De Mechanicâ horum Speculorum & Lentium ab aliis fruſtra tentatâ ego, in Mechanicis minùs verſatus, nihil dico.* Igitur tentata eſt horum Teleſcopiorum confectio, ſed incaſſum. Et audivi quòd GREGORIUS ipſe ante hos ſeptem vel octo annos, unum ſex pedes longum *Londini* faciendum curavit à REIVEO, quod arbitror factum juxta deſcriptionem in libro illo editam; ſed, quamvis ab Artifice ſanè perito conficeretur, ſucceſſu caruit.

Qua-

Num. 83. Quapropter optarem CASSEGRAINIUM hujus constructionis periculum fecisse antequàm eam vulgaret: quod si facere volet in posterum sibimet satisfacturus, arbitror futurum ut eventus eum doceat quàm parvi momenti sint cogitationes hujusmodi, donec actu quis illas exsequatur.

## ART. X.



### *Proponuntur nonnulla experimenta pertinentia ad* NEWTONI Theoriam de LUCE *editam sub Num.* 80. *cum animadversionibus in hæc experimenta factis ab Auctore hujus Theoriæ, & communicatis Epistolâ datâ* Cantabrigiæ *A.D. decimum tertium Mensis Aprilis An.* 1672.

I.

Transf. Phil. Mensis Maii An. 1672. Num. 83. pag. 4059.

CONTRAHATUR Solis Lux absque ligneæ fenestræ foramine, & ponatur Prisma inter Lentis Focum & foramen, de quo mentio fit in NEWTONI Theoriâ *de Luce*.

II.

Ambæ Prismatis extremitates obtegantur Papyro ad varia à Prismatis meditullio intervalla positâ; aut annulis mobilibus, ut sic dispiciatur quomodo Figuræ longitudo mutetur, aut dividatur, in quâ insistitur in dictâ Theoriâ.

III.

## III.

Ita Prisma convertatur, ut, meditullio immoto, ejus extremitates in orbem ferantur. Experim. propos ad Newtoni Theor. perpend.

## IV.

Prisma propellatur ita, ut primò altera ejus extremitas, deinde meditullium, denique altera extremitas transeat ante foramen, eodem servato parallelismo.

---

## ART. XI.



# *Animadversiones in experimenta superiùs proposita.*

Illi, qui hæc experimenta proposuit, istud, opinor, consilium fuit, ut eorum eventus disertè explicatos haberet unà cum observationibus, quæ ad illa pertinentes obviam sese fecerunt. Ibidem. pag. 4060.

De *primo*, notavi Solis imaginem, in papyro ad Lentis Focum positâ incidentem, extensam fuisse ab interposito Prismate in longitudinem proportionalem Prismatis Refractioni, aut distantiæ à Foco. Præcipuè verò animadvertendum hic occurrit, (quantùm memini,) quòd rectilinea oblongæ imaginis latera magis erant distincta, quàm cùm Lens adhibita non fuerat.

Cùm in mentem revocarem, quòd Radii à *Venere* prodeuntes multò minùs alius alium versùs inclinantur, quam qui ex oppositis disci Solaris partibus procedunt; *Veneris* Lucem ad unum & alterum experimentum usurpavi. Ut autem satìs virium haberent, necessarium duxi eos priùs patulâ Lente colligere, ac deinde, inserto Prismate inter Lentem ejúsque Focum eo intervallo ut tota

Num. 83. Lux per Prisma transire posset, comperi Focum, qui antea videbatur tanquam punctum lucidum, à Prismatis Refractione in longam fulgentem lineam produci.

Statueram aliquoties experiri quam figuram Stella fixa perspecta per longum Telescopium à Prismate inter Telescopium Oculúmque posito mutuaretur: Sed eventum ex Veneris nudo Oculo conspectæ facie præsentio.

Circa *secundum* experimentum observavi, aliud agens, latitudinem solaris imaginis, tectis papyro, nunc ad Prismatis meditullium propiore nunc remotiore, illius extremitatibus augeri vel minui pro ratione detectæ partis Prismatis, longitudine nullatenus mutatâ: quòd, si detecta Prismatis pars utrinque augebatur, utrinque in eâdem ratione, & nunquam magis, Solis imago dilatabatur.

De *tertio* loquar alteri respondens, ubi descriptos reperies effectus productos à duobus Prismatibus quomodocunque sese decussantibus. Si verò unum Prisma in gyrum agatur, colorata imago è loco in locum dumtaxat transferetur, describens in pariete, in quam projicitur, aut circulum aut aliquam aliam sectionem conicam, neque ullam, quoad figuram, mutationem patietur, nisi quas fortasse inducat parietis obliquitas, sive fortuita immutatio anguli, quem Prismatis superficies efficit cum Radiis solaribus.

Experimenti *quarti* successum jam innui, cùm significavi Lucem transeuntem per inæqualiter crassas Prismatis partes eadem exhibere phœnomena.

*Nota*: Longiores duorum Prismatum axes, in experimento descripto, sunt invicem paralleli; cetera ad eorum positionem pertinentia meliùs intelliges ex hoc Schemate (*Fig.* 5.) in quo TAB. II.

EG denotet ligneam fenestram.

F foramen, quo terebrata est, & per quod Lux ad Prismata fertur.

ABC primum Prisma, quod Lucem refringit PT versùs, ibíque Colores in oblongam imaginem diductos pingit.

$\alpha\beta\gamma$ secundum Prisma, quod rursùs refringit Radios, sed ad contrarias partes Q versùs, ubi longa imago PT in rotundam contrahitur.

Sup-

Suppono planum $\alpha\gamma$ parallelum BC, & $\gamma\beta$ ipsi AC, ut Radii æqualiter ad contrarias partes à duobus Prismatibus refringantur. Præterea, Prismata invicem quamproxima esse debent; si enim magno distarent intervallo, Colores in Luce apparerent, antequàm ea in secundum Prisma incideret; tunc autem hi Colores per contrariam secundi Prismatis Refractionem non destruerentur. Et, si Lens ponatur in foramine F, aut statim post Prismata, ita ut ejus Focus sit ad ipsas imagines Q, aut PT, perimeter imaginis Q, & rectilinea latera imaginis PT multò distinctiùs terminata videbuntur, quàm si Lens abesset.

---

## ART. XII.

◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆

### *Epistola latino sermone ad Editorem scripta A. D. nonum Mensis Aprilis An.* 1672 n. st. *ab* IGNATIO GASTONE PARDIES P. *Mathematum Professore in Parisino Claromontii Collegio, continens animadversiones in* ISAACI NEWTONI *Mathematum Professoris in Universitate Cantabrigiensi, Theoriam de Luce editam sub* Num. 80.*

LEGI ingeniosissimam hypothesim de Lumine & Coloribus Clarissimi NEWTONI; &, quia nonnullam ego operam dedi in istâ contemplatione atque experimentis peragendis, perscribam ad Te pauca, quæ mihi circa novam istam doctrinam occurrerunt. Transf. Phil. 17 Mens. Jun. An. 1672. Num 84. Pag 4087.

Circa ipsam Luminis naturam illud profectò extraordinarium videtur, quod ait Vir Eruditissimus, Lumen constare ex aggrega-

* Pag. 279 hujus.

Num. 84. tione infinitorum propemodum Radiorum, qui suâpte indole suum quisque Colorem referant retineântque, atque adeò nati apti sint certâ quâdam & peculiari ratione plus alii, alii minùs refringi: Radios ejusmodi, dum promiscui in apertâ Luce confunduntur, nullatenus discerni, sed Candorem potiùs referre: in Refractione verò singulos unius Coloris ab aliis alterius Coloris secerni, & hoc modo secretos sub proprio & nativo Colore apparere: ea corpora sub aliquo Colore, verbi gratiâ, rubro videri, quæ apta sint reflectere aut transmittere Radios solummodo rubros: &c.

Isthæc tam extraordinaria hypothesis, quæ Dioptricæ fundamenta evertit, praxésque hactenus institutas inutiles reddit, tota nititur illo experimento Prismatis crystallini, ubi Radii per foramen fenestræ intra obscurum Cubiculum ingressi, ac deinde in parietem impacti, aut in chartâ recepti, non in rotundum conformati, ut Cl. Newtono ad regulas Refractionum receptas attendenti expectandum videbatur, sed in oblongam figuram extensi apparuerunt: Unde conclusit, oblongam ejusmodi figuram ex eo esse, quòd nonnulli Radii minùs, nonnulli magis refringerentur.

Sed mihi quidem videtur juxta communes, & receptas Dioptricæ leges figuram illam, non rotundam, sed oblongam esse oportere. Cùm enim Radii ex oppositis disci solaris partibus procedentes, variam habeant in ipso transitu Prismatis inclinationem, variè quoque refringi debent, ut, cùm unorum Inclinatio 30 saltem minutis major sit inclinatione aliorum, major quoque evadat illorum Refractio.

Igitur Radii oppositi, ex alterâ superficie Prismatis emergentes magis divergunt, & divaricantur, quàm si nullatenus, aut saltem æqualiter, omnes infracti processissent, Refractio autem ista Radiorum fit solummodò versùs eas partes, quæ fingi possunt in planis ad Axem Prismatis rectis: nulla autem Refractionis inæqualitas contingit versùs eas partes, quæ intelliguntur in planis Axi parallelis; ut facilè demonstrari potest: Superficies enim duæ Prismatis censeri possunt inter se Parallelæ, ratione habitâ ad inclinationem Axis, cùm singulæ ipsi Axi Parallelæ sint. Refractio autem

autem per duas Parallelas planas superficies nulla computatur, quia quantùm à primâ superficie Radius in unam partem torquetur, tantùm ab alterâ in oppositam partem detorquetur. Igitur cùm Radii solares è foramine per Prisma transmissi ad latera quidem non frangantur, procedunt ulterius, perinde ac si nulla Prismatis superficies obstitisset, (habitâ, inquam, ratione solùm ad lateralem illam Divaricationem;) at verò cùm iidem Radii ad superiores, seu inferiores partes, alii quidem magis, alii verò minùs, utpote inæqualiter inclinati, infringantur; necesse est eos magis inter se divaricari, adeóque & in longiorem figuram extendi. P. PARDIES animadverſ. in NEWTONI Theoriam de Luce & Coloribus.

Quin si calculus ritè obeatur; ut Radii laterales inventi sunt à Cl. NEWTONO in eâ latitudine, quæ subtendit Arcum 31. min., qui arcus respondet Diametro Solis; ita nullus dubito, quin illa inventa quoque altitudo Imaginis, quæ 2 gr. & 49 min. subtendit, sit illa ipsa quæ eidem Diametro Solis post inæquales Refractiones in illo ipso casu respondeat.

Et revera (*Fig. 6*) posito Prismate ABC, cujus Angulus A sit 60 gr., Radio DE, qui faciat cum perpendiculari EH, Angulum 30 grad., invenio illum, dum emergit per FG, facere cum perpendiculari FI Angulum 76 gr. 22. min. At verò posito alio Radio *d*E, qui cum perpendiculari EH, faciat Angulum 29. gr. 30. min., invenio illum, dum emergit per *fg*, facere cum perpendiculari *fi* Angulum 78. gr. 45. min. Unde isti duo Radii DE, *d*E, qui procedere supponuntur ex oppositis partibus disci solaris, faciúntque inter se angulum 30. min., iidem, dum emergunt per lineas F*g*, *fg*, ita divergunt ut constituant Angulum inter se 2. gr. 23. min. Quòd si duo alii Radii assumerentur magis accedentes ad perpendicularem EH, (v. g., qui cum eâdem perpendiculari facerent, unus quidem Angulum 29. gr. 30. min., alter verò 29. gr. 0 min.) tunc iidem Radii emergentes magis adhuc divergerent, constituerentque angulum majorem etiam aliquando plus quàm trium graduum. Et præterea augetur ulterius ista intercapedo refractorum Radiorum ex eo, quòd duo Radii DE, *d*E, concurrentes in E, illicò incipiunt divaricari, atque impingunt in duo puncta disjuncta alterius superficiei, nempe in F, & in *f*. Quapropter non sufficit ad obeundum ritè calculum, è Longitu- TAB. II.

 dine

Num. 84 dine Imaginis impactæ in chartam subtrahere magnitudinem foraminis fenestræ; quandoquidem etiam posito foramine indivisibili E, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in aliâ superficie, nempe F f.

Quod etiam vocat *Experimentum Crucis*, mihi quidem videtur quadrare cum vulgaribus & receptis Refractionum regulis. Nam, ut modò ostendi, Radii solares, qui accedentes & convergentes faciunt angulum 30. min., egredientes etiam deinde post indivisibile foramen, divergunt in angulum duorum, & trium graduum. Quapropter non mirum, si isti Radii, sigillatim impingentes in alterum Prisma, perexiguo item apertum foramine, inæqualiter infringantur, cùm sit inæqualis illorum Inclinatio. Neque refert, quòd isti Radii attollantur, aut deprimantur per conversionem primi Prismatis, manente immoto secundo Prismate, (quod tamen in omni casu fieri non potest,) vel quòd manente primo immobili, secundum moveatur, ut successivè Radios coloratos totius imaginis excipiat, & per proprium foramen transmittat; utrolibet enim modo necesse est Radios illos extremos, hoc est, rubrum & violaceum incidere in secundum Prisma sub inæquali angulo, adeóque eorundem Refractionem esse inæqualem, ut violaceorum sit major.

Cùm igitur manifesta causa appareat oblongæ ejusmodi figuræ Radiorum, causáque illa ex ipsâ naturâ Refractionis oriatur; non videtur necesse recurrere ad aliam hypothesin, aut admittere diversam illam Radiorum Frangibilitatem. Quod deinde excogitavit de *Coloribus*, illud quidem egregiè consequitur ex præcedente hypothesi; veruntamen nonnullas & ipsum patitur difficultates: nam, quod ait nullum Colorem, sed potiùs Candorem apparere, ubi omnes omnium Colorum Radii promiscuè confunduntur, id verò non videtur conforme omnibus phænomenis. Certè, quæ variationes cernuntur in permistione diversorum corporum diversis Coloribus imbutorum, eædem omnino observantur in permistione diversorum Radiorum diversis item Coloribus imbutorum. Atque optimè ipse advertit, quòd quemadmodum ex flavo, & cæruleo corpore exsurgit viridis Color; ita ex flavo, & cæruleo Radio viridis item Color efficitur. Quare, si omnes omnium Colorum

Radii

Radii simul confunderentur, necesse esset in istà hypothesi, ut ille Color appareret, qui reverà apparet in permistione omnium Pigmentorum. Atqui si ista, hoc est rubrum simul, & flavum unà cum cæruleo, & purpureo, aliisque omnibus, si quæ sint, conterantur, & confundantur, non jam candidus, sed obscurus, & satur Color exsurget. Ergo similis Color appareret in Lumine ordinario, quod constaret ex aggregatione omnium Colorum.

P. PARDIES animadvers. in NEWTONI Theoriam de Luce & Coloribus.

Præterea, nihil primo aspectu magis ingeniosum, magisque aptum videtur, quàm quod ait circa experimentum Acutissimi HOOKII, quo duo diversi liquores, quorum alter rubeus, alter cæruleus, uterque sigillatim pellucidus, simul permisti, opaci evadunt. Id autem ait Clarissimus NEWTONUS ex eo oriri, quòd unus liquor solos rubeos natus sit transmittere, alter verò solos flavos; unde permisti nullos transmittent. Hoc, inquam, videtur statim valde appositum; nihilominùs tamen ex eo conficeretur, quòd similis opacitas fieret in permistione quorumcunque liquorum, qui essent diversi Coloris; quod tamen verum non est.

---

## ART. XIII.

# ISAACI NEWTONI

## *Epistola ad Editorem data A. D. decimum tertium Mensis Aprilis An.* 1672. st. vet., *quâ respondetur ad superiorem* P. PARDIES.

ACCEPI observationes Reveren. Patris IGNATII PARDIES in Epistolam meam de Lucis Refractionibus & Coloribus ad te conscriptam, quo nomine me illi valdè devinctum agnosco; atque hoc difficultatibus, quas proposuit, eluendis rescribo.

Ibidem. Num. 84. pag 4091.

Im-

Num. 84. Imprimis ait longitudinem solaris imaginis à Refractione Prismatis effectam non aliâ indigere causâ, quàm diversâ Radiorum ab oppositis partibus solaris disci profluentium Incidentiâ, adeòque non probare diversam Refrangibilitatem Radiorum. Et, quò assertionis ejus veritatem confirmet, ostendit casum, in quo, ex diversâ Incidentiâ triginta Minutorum, differentia Refractionis potest esse duorum graduum cum viginti tribus Minutis, vel etiam paulò major, prout exigit meum experimentum. Sed hallucinatus est Reverend. Pater; nam Refractiones à diversâ parte Prismatis, quantùm potest, inæquales statuit R. P. PARDIES, cùm tamen ego tum in experimentis, tum in calculo de experimentis
TAB. II. istis inito, æquales adhibuerim. Si (*Fig.* 7.) autem ABC, Prismatis sectio ad Axem ejus perpendicularis, FL, & KG, Radii duo in $x$ (medio foraminis) decussantes, & in Prisma illud incidentes ad G & L; síntque eorum refracti GH, & L$m$, ac denuo HI, & $mn$. Et, cùm Refractiones ad latus AC æquales esse Refractionibus ad latus BC, quam-proxime, suppofuerim; si AC, & BC statuantur æqualia, similis erit Radiorum GH, & L$m$ ad AB, basin Prismatis, inclinatio; adeòque ang. CL$m$ = ang. CHG, & ang. C$m$L = ang. CGH. Quare etiam Refractiones in G, & $m$ æquales erunt, ut & in L & H; atque adeò ang. KGA = ang. $nm$B, & ang. FLA = ang. BHI; & proinde refractorum HI, & $mn$, eadem erit ad invicem inclinatio ac est incidentium Radiorum FL & KG. Sit ergo ang. F$x$K 30. min., æqualis nempe solari Diametro, & erit angulus, quem HI & $m$ $n$ comprehendunt, etiam 30. min., si modò Radii FL, & KG, æqualiter refrangibiles statuantur. At mihi experienti prodiit angulus ille, circiter, 2 grad. 49 min., quem Radius HI, extremum violaceum Colorem, & $m$ $n$ cæruleum exhibens, constituêre, ac proinde Radios illos diversimode refrangibiles esse, sive Refractiones secundùm disparem sinuum Incidentiæ, & Refractionis rationem peragi necessariò concedendum est.

Addit præterea R. P., quòd non sufficit ad obeundum ritè calculum, ex longitudine imaginis impactâ in chartam subtrahere magnitudinem foraminis fenestræ; quandoquidem etiam posito foramine

mine indivisibili, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in posteriori superficie Prismatis. Mihi tamen videtur, his non obstantibus, quòd Refractiones Radiorum, in anteriori æquè ac posteriori superficie Prismatis decussantium, ex adhibitis principiis possint ritè computari. Sed si res secus esset, latitudo hiatûs in posteriori superficie, quod ad-instar foraminis est, haud efficeret errorem duorum minutorum secundorum; & in rebus practicis non operæ pretium duco ad minutias istas attendere.

NEWTONI Responsio ad P. PARDIES.

Illi insuper *Experimento*, quod Crucis vocaveram, nihil adversatur R. P. dum contendit, inæquales Radiorum diversis Coloribus imbutorum Refractiones ex inæqualibus Incidentiis effectas fuisse. Nam Radiis per duo admodum parva, ab invicem distantia, & immota foramina, transeuntibus, Incidentiæ illæ, prout ego experimentum institui, omninò æquales erant, & tamen Refractiones liquidò inæquales. Sin ille de experimentis nostris dubitet, oro, ut Radiorum diversis Coloribus præditorum Refractiones ex Incidentiis paribus mensuret, & sentiet inæquales esse. Si modus ille, quem ego ad hoc negotium adhibui minùs placeat, (quo tamen nullus potest esse luculentior,) facile est alios excogitare; sicut & alios ipse haud paucos cum fructu expertus sum.

Contra *Theoriam* de Coloribus objicitur quòd pulveres diversorum Colorum permisti, non candidum, sed subobscurum & fuscum Colorem exhibent. Mihi verò Albus, Niger, & omnes intermedii Fusci, qui ab Albo, & Nigro permistis componi possunt, non specie Coloris, sed quantitate Lucis tantùm differre videntur. Et cùm in mistione Pigmentorum, singula corpuscula non nisi proprium Colorem reflectant, adeòque maxima pars Lucis incidentis supprimatur, & retineatur; Lux reflexa subobscura evadet, & quasi cum tenebris permista, adeo ut non intensum Alborem, sed qualem Nigredinis permistio conficit, hoc est fuscum exhibere debeat.

Objicitur deinde, quod à liquoribus quibuscunque, diversi Coloris in eodem vase commistis, æquè ac in diversis vasis contentis, Opacitas oriri debet, quod tamen ait verum non esse. Sed non video consequentiam. Nam plurimi liquores agunt in se

Num. 84. invicem, & novam sibi mutuò partium contexturam secretò inducunt; unde opaci, diaphani, vel variis Coloribus, ex Coloribus permistorum nullo modo oriundis, præditi evadere possunt. Et hâc de causâ experimenta hujusmodi minùs apta semper existimavi à quibus conclusiones deduci possint. Subnoto tamen, quod ad hoc experimentum requiruntur liquores saturis & intensis Coloribus præditi, qui perpaucos nisi proprii Coloris Radios transmittant, quales raro occurrunt, ut videbitur illuminando liquores cum diversis Coloribus Prismatis in obscurato Cubiculo. Nam pauci reperientur, qui in propriis Coloribus satìs diaphani appareant, inque alienis opaci. Convenit præterea, ut adhibiti Colores sint inter se oppositi, quales existimo fore rubrum, & cæruleum, vel flavum, & violaceum, vel etiam viridem, & purpureum illum qui coccineo affinis est. Et ex hujusmodi liquoribus nonnulli, (quorum partes tingentes non congrediuntur,) fortasse permisti evadunt opaciores. Sed de eventu nihil sum sollicitus, tum quòd luculentius est experimentum in liquoribus seorsim existentibus, tum quòd experimentum illud, (sicut & Iridis, Tincturæ nephriticæ, & aliorum corporum naturalium phænomena,) non ad probandam, sed ad illustrandam tantùm Doctrinam proposui.

Quod R. P. *Theoriam* nostram Hypothesin vocat, amicè habeo siquidem ipsi nondum constet. Sed alio tamen consilio proposueram, & nihil aliud continere videtur quàm proprietates quasdam Lucis, quas jam inventas probare haud difficile existimo, & quas, si non veras esse cognoveram, pro futili, & inani speculatione mallem repudiare, quàm pro meâ *Hypothesi* agnoscere. Quid verò censeri mereatur, ex responsionibus ad animadversiones Domini N. N. fortasse statim prodituris, clariùs patebit. Interim vale, & perge amare

Tibi devinctissimum

I. Newton.

ART.

## ART. XIV.

**************************************************

# *Excerptum ex* ISAACI NEWTONI *Epistolâ nuper ad Editorem scriptâ, quâ ipse genuinam suggerit Methodum, doctrinam suam* de Luce & Coloribus *antehac propositum, evincendi, subjectâ certorum Quæsitorum, debitis experimentis solvendorum, serie.*

LICEAT mihi hac occasione tibi significare nequaquam censere me efficacem eam esse determinandæ veritatis rationem, quâ diversi examinantur modi, quibus Phænomena explicari possunt; nisi ubi perfecta fuerit omnium istorum modorum enumeratio. Nosti genuinam proprietates rerum investigandi Methodum esse, quâ illæ ab experimentis deducuntur. Ac jam antè tibi dixeram Theoriam à me propositam evictam mihi fuisse, non quidem inferendo rem ita se habere, quia haud se habeat aliter; videlicet, non eam deducendo dumtaxat à contrariarum suppositionum confutatione; sed ipsam ab experimentis positivè & directè concludentibus derivando. Vera itaque ratio eam examinandi hæc erit, si consideremus scilicet num experimenta à me proposita illas Theoriæ partes, quibus accommodantur, reverâ probent; vel si alia prosequamur experimenta, quæ ab ipsâ Theoriâ, ad examinandam eam, suggerantur; atque hoc ipsum methodo genuinâ fieri velim, pervestigatis primùm ac determinatis legibus Refractionis, priùsquàm Colorum natura disquiratur. Præter rem itaque haud fore crediderim disquisitionem hanc ex sequentium Quæsitorum serie instituere; quæ quidem ut à solertibus sagacibúsque Naturæ Mystis,

Transf. Phil. 15 Mens. Julii An. 1672. Num. 85. pag. 5006.

Num. 85 pronunciatis experimentorum eventibus, dirimantur, in votis quam maximè habeo. Ea sunt

I.

Num Radii, qui æquali Incidentiâ in idem medium incidunt, Refractiones habeant inæquales; quantæque sint Refractionum, quas illi subeunt, inæqualitates in quâvis Incidentiâ.

II.

Quænam ea sit lex, juxta quam Radius quilibet magis minúsve refringitur? Sítne, quòd idem Radius semper refringatur secundùm eandem rationem sinuum Incidentiæ & Refractionis; diversi autem Radii secundùm rationes diversas? An verò, quòd cujuslibet Radii Refractio major minórve sit absque ullâ regulâ certâ? Hoc est, utrùm unusquisque Radius certum habeat gradum Refrangibilitatis, juxta quem fiat ipsius Refractio, an verò refringatur sine istâ regularitate.

III.

Num Radii, certis gradibus Refrangibilitatis præditi, quando, quo demum cunque modo, secernuntur, certos obtineant Colores ipsis proprios; puta, Radii minimè omnium refrangibiles, coccineum; maximè refrangibiles, saturum violaceum; intermedii, subviridem; alii, alios. Et è contra?

IV.

Num Color cujusvis generis Radiorum seorsim existentium mutari possit Refractione?

V.

Utrùm Colores coalescendo reverà se invicem mutent ad producen-

ducendum Colorem novum; an verò eum producant nonnisi se invicem commiscendo?

NEWTONI methodus evincendi Theoriam suam.

VI.

Num debita Radiorum miscela, omnigenâ Colorum varietate prædita, Lucem producat solari Luci simillimam; quæque easdem omnino proprietates obtineat; eadem denique phænomena exhibeat?

VII.

Utrùm componentes cujusvis miscelæ Colores reverâ mutentur, an verò secernantur dumtaxat, quando ex mixturâ illâ varii Colores rursum producuntur per Refractionem?

VIII.

Dentur-ne ulli alii Colores Refractione producti, præter eos, quos oriri oportet à Coloribus ad Radios diversimodè refrangibiles pertinentibus, dum illi Refractione suâ secernuntur vel miscentur?

Per experimenta determinare hæc, similiáve Quæsita, quæ propositam Theoriam involvunt, maximè genuina directáque videtur ad conclusionem via. Proindéque omnes velim objectiones suspendi, quæ ab Hypothesibus desumuntur ullísve Fontibus aliis quàm his duobus; quibus nempe, vel ostendatur experimentorum ad determinanda hæc ζητήματα, probandásve ullas alias Theoriæ meæ partes, insufficientia, hallucinationes, defectúsque in conclusionibus meis inde deductis indigitando: vel alia producantur experimenta è diametro mihi opposita, siquæ talia occurrere videantur. Si enim experimenta, quæ à me urgentur, laborant defectibus, difficile haud fuerit eos ostendere; si verò valida fuerint, eo ipso, dum Theoriam meam afferunt probántque, omnes objectiones convellunt.

 ART.

## ART. XV.

### *Secundæ* P. PARDIES *literæ ad Editorem* Lutetiæ Parisiorum *datæ A. D. vicesimum primum Mensis Maii, An.* 1672., *quibus reponitur* NEWTONI *responsioni ad primas literas ipsius* P. PARDIES *editas sub* Num. 84. *

Ibidem. pag. 5012.

REDDITÆ mihi sunt tuæ litteræ cum Observationibus Clarissimi & Ingeniosissimi NEWTONI, quibus ad meas difficultates respondit. Eas ego legi non fine maximâ voluptate. Et primùm, quod attinet ad ipsum experimentum majoris latitudinis Colorum, quàm exigeret vulgaris Theoria Refractionum; fateor me inæquales Refractiones in oppositis Prismatis faciebus supposuisse, nec ullatenus advertisse in literis relatis in Transactionibus observatam fuisse à NEWTONO majorem illam latitudinem in eo casu, in quo Refractiones ponerentur reciprocè æquales, eo modo, quo hìc in istis observationibus dicitur. Sed nec ab eo tempore in iisdem Transactionibus videre licuit, cùm eas non potuerim recuperare. Cùm igitur nunc videam etiam in eo casu observatam majorem illam Colorum latitudinem; certè ex hoc capite nihil mihi ulteriùs restat difficultatis. Ex hoc, inquam, capite, nam aliunde videtur posse reddi ratio illius phænomeni absque istâ variâ Radiorum Refrangibilitate. Etenim in eâ hypothesi, quam fusè explicat noster GRIMALDUS, in quâ supponitur Lumen esse substantia quædam rapidissimè mota, posset fieri aliqua diffusio Luminis post transitum foraminis, & decussationem Radiorum.

* Pag. 319 hujus.

diorum. Item, in eâ hypothesi, quâ Lumen ponitur progredi per certas quasdam Materiæ subtilis Undulationes, ut explicat subtilissimus HOOKIUS, possunt explicari Colores per certam quandam *diffusionem atque expansionem Undulationum, quæ fiat ad latera Radiorum ultra foramen, ipso contagio ipsâque materiæ continuatione.* Certè ego talem adhibeo *Hypothesin* in dissertatione de *motu Undulationis*; quæ est *sexta pars meorum Mechanicorum*; ut ponam, Colores istos apparentes fieri ex solâ illâ communicatione Motionis, quæ ab Undulationibus directè procedentibus ad latera effundatur: Ut (*Fig.* 8.) si Radii intrantes per foramen *a*, progrediantur versùs *b*, Undulationes quidem directè terminari deberent, (habendo rationem ad motum rectum & naturalem,) ad lineam rectam *a b*; nihilominùs tamen propter continuitatem materiæ, sit aliqua communicatio commotionis versùs latera *e c*, ubi tremula quædam, & crispans succussio excitatur: Atque si in illâ laterali crispatione consistere Colores supponatur, existimo omnia phænomena Colorum explicari posse, ut fusiùs in eâ, quam dixi, dissertatione expono. Quibus item positis, apparet etiam, cur ultra quàm ferat Radiorum ipsorum divaricatio, expandi Colorum latitudinem necesse sit. Verùm ista obiter hìc tantùm adnotasse sufficiat.

P. PARDIES Repositio ad NEWTONUM.

TAB. II.

Quod adnotat, errorem, qui oriri posset in calculo, ex eo, quod dixeram, veluti foramine facto in posteriori facie Prismatis; errorem, inquam, illum non posse inducere sensibilem varietatem, id optimè adnotatum est: neque ego existimavi inde multùm augeri Colorum latitudinem; sed tantummodo accuratam calculi rationem indicare volui. Quapropter & ego in praxi negligendam hanc cautionem censeo.

Circa *experimentum Crucis*, nequaquam dubito, quò minùs in suo experimento talem situm adhibuerit, in quo, æqualis Inclinatio fuerit Radiorum incidentium, quandoquidem id ita à se præstitum expressè affirmat. Verùm, id non ego poteram conjicere ex iis, quæ superiùs legeram; ubi ponuntur duo exigua, & maximè distantia foramina, & unum Prisma prope primum foramen, quod est in fenestrâ, per quod Prisma Radii colorati

erum-

Num. 85 erumpentes, incidunt in alterum distans foramen: Addebatur autem, quod ad hoc, ut omnes illi Radii successivè inciderent in secundum illud foramen, convertebatur primum Prisma supra Axem: Atqui hoc modo necesse est mutari inclinationem Radiorum, qui incidunt in secundum foramen: Atque indicavi ego, quòd perinde sese res habet, sive manente primo Prismate immobili, secundum foramen attolleretur, aut deprimeretur, ut possit successivè Radios omnes depictæ Imaginis solaris excipere, sive manente isto secundo foramine immobili, primum Prisma converteretur, ut ita eadem Imago situm mutaret, atque in foramen impingere secundum omnes successivè partes posset. Sed alias, sine dubio, adhibuit cautiones solertissimus NEWTONUS.

Quæ circa Colores objeceram, optimè soluta existimo. Quod autem *Theoriam* istam appellarim *Hypothesin*, id certè ego nullo adhibito consilio feci; atque nomen usurpavi quod primum occurrit: quapropter velim ut ne per contemptum adhibitam vocem ejusmodi existimet; Clarissimum verò NEWTONUM imprimis suspicio ac veneror.

---

## ARTIC. XVI.

************************************************

## ISAACI NEWTONI *responsio ad superiorem epistolam.*

Ibidem. pag 5014. IN observationibus Reverend. Patris IGNATII PARDIES, quas ad te denuo conscripsit, an majus sit humanitatis argumentum, quòd meis responsionibus vim omnem attribuit; an ingenii, quòd Objectiones proponit, quæ, si non probè tollantur, doctrinam nostram frustrari possint, vix dixerim: Utrunque sanè ad determinandam veritatem optimè conducit, efficítque ut acceptis quàm-lubentissimè respondeam.

Ait

Ait R. P. quòd absque variâ diversorum Radiorum Refrangibilitate, possibile sit explicare longitudinem Colorum; puta, ex Hypothesi P. GRIMALDI, per diffusionem Luminis, quod supponitur esse substantia quædam rapidissimè mota, vel ex Hypothesi HOOKII nostri, per diffusionem vel expansionem undulationum, quas statuit in æthere à lucidis Corporibus excitatas quaquaversum propagari. Addo quòd ex Hypothesi CARTESIANA potest etiam effingi consimilis diffusio conatûs vel pressionis Globulorum, perinde ut in explicatione Caudæ Cometæ supponitur. Et eadem diffusio vel expansio juxta aliam quamvis Hypothesin, in quâ Lumen statuitur esse vis, Actio, Qualitas, vel substantia quælibet à luminosis corporibus undique emissa, effingi potest.

Secunda NEWTONI Responsio ad P. PARDIES.

Ut his respondeam, animadvertendum est, quòd Doctrina illa, quam de Refractione, & Coloribus explicui in quibusdam Lucis proprietatibus solummodo constitit, neglectis Hypothesibus, per quas, proprietates illæ explicari debent. Optimus enim & tutissimus philosophandi modus videtur, ut imprimis rerum proprietates diligenter inquiramus & per experimenta stabiliamus, ac dein tardiùs contendamus ad hypotheses pro earum explicatione. Nam, hypotheses ad explicandas rerum proprietates tantùm accommodari debent, & non ad determinandas usurpari, nisi quatenus experimenta subministrare possint. Et siquis ex solâ hypothesium possibilitate de veritate rerum conjecturam faciat, non video quo pacto quicquam certi in ullâ scientiâ determinare possit; siquidem alias atque alias hypotheses semper licet excogitare, quæ novas difficultates suppeditare videbuntur. Quamobrem ab Hypothesium contemplatione, tanquam improprio argumentandi loco, hìc abstinendum esse censui, & vim objectionis abstrahendam, ut pleniorem, & magis generalem responsionem accipiat.

Itaque per Lumen intelligo quodlibet Ens, vel Entis potestatem, (sive sit substantia, sive quævis ejus Vis, Actio, vel Qualitas) quod à corpore lucido rectà pergens aptum sit ad excitandam visionem; & per Radios Luminis intelligo minimas, vel quaslibet indefinitè parvas ejus partes, quæ ab invicem non dependent, quales sunt illi omnes Radii, quos lucentia corpora vel simul,

Num. 85. vel fucceffivè fecundùm rectas lineas emittunt. Nam illæ tum collaterales tum fucceffivæ partes Luminis funt independentes, fiquidem unæ abfque aliis intercipi poffint, & in quaslibet plagas feorfim reflecti, vel refringi. Et hoc præcognito, Objectionis Vis omnis in eo fita erit; quòd Colores per aliquam Luminis ultra foramen diffufionem, quæ non oritur ab inæquali diverforum Radiorum (feu Luminis independentium partium) Refrangibilitate, in longum diduci poffint.

Quòd autem non aliunde oblongentur, monftravi in Literis relatis in Phil. Tranfactionibus Num. 80. Et ut rationes faciliùs percipiantur, non gravabor jam fufiùs explicare.

Scilicet ex obfervatione, quòd Radii poft Refractionem non incurvabantur, fed rectà ad parietem progreffi fuerint, patuit, eandem fuiffe eorum ad fe mutuò inclinationem cùm modò exierunt Prifmate, atque cùm impegerunt in parietem; & proinde longitudo Colorum ex inclinatione Radiorum emerfit, quam inter refringendum obtinuere, hoc eft, ex quantitate refractionis quam finguli radii in Prifmate patiebantur Adeòque cùm colorum longitudo latitudinem aliquot vicibus ex obfervatione fuperavit; fequitur majorem fuiffe inæqualitatem refractionum quam potuit oriri ex inæqualitate Incidentiarum. Quinimo ex figurà imaginis coloratæ, quòd nempe non fuit ovalis, fed ad latera duabus parallelis rectis lineis terminata, patuit eam ex indefinitè multis imaginibus Solis, per inæqualem refractionem in longum diftractis & ferie continua difpofitis, conftitui; adeòque radios à fingulis partibus folaris Difci provenientes per totam ferè longitudinem colorum difpergi & proinde fimiliter incidentium inæquales effe refractiones. Id quod aliis etiam indiciis oftendi poffet.

Conftat itaque diverfas effe refractiones, ubi pares funt incidentiæ. Sed ampliùs inquirendum eft, unde oriatur illa diverfitas? An fit à caufa aliqua incerta & irregulari, vel certà lege, fecundùm quam radius quilibet aptus eft determinatam aliquam refractionem pati. Per incertas & irregulares caufas intellige afperitates in fuperficies vel venas diverfæ denfitatis in interiori parte Vitri ex quo Prifma conflatur; item irregularem fitum pororum, quos

quos nonnulli ob luminis transmissionem directo tramite per vitrum omnifariam trajici statuunt; nec non tremores & inæquales commotiones partium ætheris, aëris, vel vitri; radiorum in refringente superficie se mutuò fortasse comprimentium resulturam ab invicem; ejusdem cujusque radii divisionem ac dissipationem in partes divergentes, quas vel numero finitas vel indefinitè multas in superficie aliqua continuatim jacentes imaginari liceat; vel quamvis aliam diffusionem & dilatationem Luminis quam possumus excogitare, non ortam ex diversa prædispositione cujusque radii ad refractionem, in certo aliquo & constanti gradu patiendam.

Secunda NEWTONI Responsio ad P PARDIES.

Quòd autem diversa refractio non orta sit ex ullis ejusmodi causis incertis & irregularibus, probavi per Experimentum duorum consimilium Prismatum in contrario situ juxta-positorum, ita ut posterius contraria sua refractione retroflecteret radios, & sic regulares effectus prioris destrueret, sed per iteratas refractiones, augeret irregulares. Utpote si prius Prisma diffunderet ac divergere faceret parallelos radios, ex. gr. per asperam polituram, inæquabilem densitatem, aut irregularem situm pororum Prismatis, vel per tremulos motus partium ætheris, aëris, aut vitri; vel per dilatationem luminis propter partium ejus (i. e. radiorum) se mutuò comprimentium relaxationem versùs adjacentia spatia, quæ vel nullo vel minus constipato Lumine irradiantur, vel denique per cujusque radii dilatationem aut diffractionem in complures divergentes radios: tum sanè posterius Prisma magis diffunderet ac dissiparet radios per dictas irregularitates, ætheris, aëris, aut vitri, vel per iteratam dilatationem Luminis à refringentis superficiei resistentia denuo constipati ac diffusi, vel etiam per cujusque radii à priori diffractione orti iteratam diffractionem ac divisionem in longè plures divergentes radios. Et sic Lumen magis dispergeretur per refractionem secundi Prismatis, & in parietem projectam imaginem duplo longiorem, minimum, exhiberet, quàm per solam refractionem prioris Prismatis exhiberi potuisset. Quamobrem cùm, Experientia teste, refractio secundi Prismatis adeo non dispergat Lumen, ut contrahat & in pristinum statum reducat, efficiátque ut in forma coni postea progrediatur, perinde ac si nullam omni-

Num. 85. no refractionem passum fuisset; concedendum est, Diffusionem Luminis à refractione anterioris Prismatis effectam, non oriri ab aliqua præfatarum causarum, aut alia quavis irregularitate, sed diversæ refrangibilitati radiorum solummodo tribuendam esse; utpote quâ radius unusquisque, ex insita dispositione tantam refractionem in posteriori Prismate, ac in priori passus, reducitur in parallelismum cum se ipso; & sic omnes radii ad se mutuò easdem inclinationes resumunt quas ante refractiones habuêre.

Demum, ut hæc omnia summè confirmarem, adjeci Experimentum illud, quod jam nomine *Crucis* passim insignitur, de cujus conditionibus cum R. P. dubitaverit, placuit jam designare
TAB. II. Schemate (*Fig.* 9.). Sit BC anterior Tabula, cui Prisma A immediatè præfigitur, sitque DE altera Tabula, quasi 12 pedibus abinde distans, cui suffigitur alterum Prisma F. Tabulæ autem ad *x* & *y* ita perforentur, ut aliquantulum Lucis ab anteriori Prismate refractæ trajici possit per utrumque foramen ad secundum Prisma, inque eo denuò refringi. Jam Prisma anterius circa Axem reciproco motu convertatur, & colores in tabulam posteriorem DE procidentes, per vices attollentur, & deprimentur, eóque pacto alius atque alius color successivè pro arbitrio trajici potest per foramen ejus *y* ad posterius Prisma, dum ceteri colores in Tabulam impingunt: Et videbis radios diversis coloribus præditos diversam pati Refractionem, in illo posteriori Prismate, ex eo quòd ad diversa loca parietis, vel cujusvis obstaculi GH, pedibus aliquot ulterius remoti, allabentur: puta, Violacei Radii ad H, Rubri ad G, & intermedii ad loca intermedia: & tamen propter determinatam positionem Foraminum necesse est ut similis sit incidentia Radiorum cujusque coloris per utrumque trajecti. Atque ita ex mensura constat Radios, diversis coloribus affectos, habere diversas Leges Refractionum.

Sed suspicor unde adductus sit R. P. in dubitationem; nempe videtur collocasse primum Prisma A, post tabulam BC, atque ita convertendo circa Axem, verisimile est inclinationem radiorum, qui interjacent foramina propter intermediam Refractionem fuisse muta-

Secunda NEWTONI Responsio ad P. PARDIES.

mutatam. At, ex descriptione priùs exposita, debuit tabula illa collocari post Prisma, ut Radii inter Foramina in directum jacerent, quemadmodum ex verbis * constare potest. Et usus Experimenti idem innuit. Ex abundanti placet observare, quòd in hoc Experimento colorata Lux ob Refractionem secundi Prismatis longe minùs diffunditur ac divaricat, quàm cùm alba exiltit; adeò ut imago ad G, vel H, sit penè circularis; præsertim si Prismata statuantur parallela, & in contrario situ Angulorum, prout in Schemate designantur. Quinetiam, si præterea diameter foraminis *y* adæquet latitudinem Colorum, nulla erit ejusdem coloratæ Lucis in longum diffusio; sed Imago, quæ à quopiam colore ad G vel H effingitur (positis circularibus foraminibus, & Refractione Posterioris Prismatis non majori quàm prioris, radiisque ad obstaculum quam-proximè perpendicularibus) erit planè circularis. Id quod arguit diffusionem, de quâ supra egimus, non ex contagione, vel continuitate materiæ undulantis, aut celerrimè motæ, vel similibus causis ortam esse, sed ex certâ Refractionum cujusque generis Radiorum lege. Cur autem Imago illa in uno casu sit circularis, & in aliis nonnihil oblongata, & quomodo diffusio Lucis in longitudinem, in quolibet casu pro arbitrio minui possit, à Geometris determinandum, & cum Experientia conferendum relinquo. Postquam proprietates Lucis, his, & similibus Experimentis satis exploratæ fuerint, spectando radios tanquam ejus sive collaterales, sive successivas partes, de quibus experti sumus per independentiam quòd sint ab invicem distinctæ; Hypotheses exinde dijudicandæ sunt, & quæ non possunt conciliari, rejiciendæ. Sed levissimi negotii est accommodare Hypotheses ad hanc Doctrinam. Nam si quis Hypothesin *Cartesianam* defendere velit, dicendum est, Globulos esse inæquales, vel pressiones Globulorum esse alias aliis fortiores, & inde diversimodè Refrangibiles, & aptas ad excitandam sensationem diversorum colorum. Et sic juxta Hypothesim *Cl.* HOOKII dicendum est, Undulationes ætheris esse alias majores sive crassiores aliis. Atque ita in ceteris. Hæc enim videtur esse summè necessaria lex & conditio Hypothesium, in quibus naturalia corpora ponuntur constare ex quamplurimis corpusculis acer-

Tt 3

* *Sumpsi duos asseres &c.*, quæ vide pag. 283. hujus.

Num. 85. acervatim contextis, ut à diversis lucentium corpusculis, vel ejusdem corpusculi diversis partibus (prout motu, figurâ, mole, aut aliis qualitatibus differunt) inæquales pressiones, motiones, aut mota corpuscula per æthera, quaquaversum trajiciantur, ex quibus confusè mistis, Lux constitui supponetur. Et nihil durius esse potest, in istis Hypothesibus, quàm contraria suppositio.

Ex aperturâ sive dilatatione Lucis, in posteriori facie Prismatis, quam R. P. dixit esse veluti foramen, sufficit, quòd error non emerget sensibilis, si modò aliquis emergeret. Quòd si Calculus juxta observationes præcisè ineatur, error erit nullus. Nam diametro foraminis à longitudine imaginis subducta, restabit longitudo, quam imago haberet, si modò foramen ante Prisma esset indivisibile, ídque non obstante præfata Lucis dilatatione in posteriori facie Prismatis; ut facilè ostenditur. Deinde ex datâ illâ longitudine imaginis, ac distantia à foramine indivisibili, ut & positione, & forma Prismatis, & ad id inclinatione incidentium radiorum, ac angulo, quem refracti Radii ad medium imaginis tendentes, cum à centro Solis incidentibus constituunt, cetera omnia determinantur. Et quæ determinant Refractiones, & positiones Radiorum, sufficiunt ad calculum istarum Refractionum ritè ineundum. Sed res non tanti esse videtur, ut moram inferat.

Quòd R. P. Doctrinam nostram Hypothesin vocaverit, non aliunde factum esse credo, quam quòd vocabulum usurpavit, quod primum occurrit; siquidem mos obtinuit ut quicquid exponitur in Philosophiâ dicatur Hypothesis. Et ego sanè non alio consilio vocabulum istud reprehendi, quam ut ne invalesceret appellatio, quæ rectè Philosophantibus præjudicio esse potest.

Reverend. verò Patris candor in omnibus conspicitur; indéque modus efferendi benevolentiam, qui mihi minimè convenit. Quòd tamen nostra non displicent, vehementer gaudeo. Vale.

Dabam *Cantabrigiæ* 11. Junii 1672.

Hæc

Hæc responsio ad Reverend. Patrem IGNATIUM PARDIES mox transmissa, id effecit, ut ille die 9 Julii 1672. rescriberet gallicè in hunc sensum. Ibidem pag. 5018.

Omninò mihi satisfecit novissima responsio à Domino NEWTONO ad meas instantias data. Novissimus scrupulus, qui mihi hærebat circa experimentum Crucis penitus fuit exemptus. Atque nunc planè ex Figurâ ipsius intelligo, quod non intellexeram antè. Experimentum peractum cùm fuerit isto modo, nihil habeo quod in eo desiderem ampliùs. Rem mihi pergratam feceris, si ipsi singularem meum ingenii & doctrinæ ejus cultum contesteris, & pro illo studio maximas gratias agas, quo voluit adnotationes meas examinare, iisque respondere. Præter existimationem illam, quam jam antè de acumine ejus conceperam, affectus hic officiosus magnoperè me ipsi devinxit.

---

## ART. XVII.

********************************************

# ISAACI NEWTONI

## *Responsio ad nonnullas considerationes in Doctrinam suam* de Luce & Coloribus *editam sub harum Transactionum* Num. 80.*

***DOMINE.***

TIBI jam dixi, quòd, cùm considerationes in meam de Refractionibus & Coloribus epistolam à te mihi missas evolverem, nihil offendi, cui non facilè responderi posse putarem. Et, quanquam harum considerationum Auctor majori, quàm expectabam, studio quandam hypothesin complexus sit, non tamen dubito, Transf. Phil. 18. Mens. Nov. An. 1672. Num. 88. pag. 5084.

* Pag. 279. hujus.

Num. 88. bito, quin idem illi consilium sit, quod mihi est. Ego quidem scientiam totis viribus & bonâ fide prosequor; neque incertas speculationes magnifaciens, quia subtiliores sunt; neque veritates indubias parvipendens, quia simplices sunt & obviæ. Quibus confisus responsione hac suam Dissertationem * excipio.

## I.

### *De activâ Optices parte.*

Quod primum sese obviam facit, mihi minùs jucundum est, & ideo quia tale est, hinc initium duco. Auctori considerationum placuit me reprehendere, quòd cogitationem perficiendæ Optices per Refractiones deposuerim. Si per epistolam privatam me de hac re interrogare dignatus esset, ei narravissem quomodo successerint tentamina, quæ de hoc aggressus sum, & quæ successa nunc affirmare possum minora fuisse, quàm quæ ipsemet olim expectaveram, & quæ fortasse, ille etiam nunc sperat. Sed, quia ipsi libuit pro confesso assumere me hoc negotium sine debitâ consideratione omisisse, eum remittam prioribus meis epistolis, quibus constat conjecturam istam esse prorsus fundamento destitutam. Etenim, quæ ibi leguntur, ad Telescopia, more vulgato constructa, sunt referenda, & id sibi volunt, quòd horum Telescopiorum perfectio expetenda non est ex aptiore vitrorum figurâ, ut arbitrabantur Optici. Non autem desperavi ea perfici posse, si aliter construerentur; quâ de causâ cavi ne quid infererem, quod contrarium innuere posset. Nam, quamvis Refractiones quæ se, aliæ alias, excipiunt, & quæ easdem partes versùs fiunt, necessariò majores reddere debeant errores primæ Refractionis; attamen fieri posse videbatur, ut, contrariis Refractionibus, inæqualitates adeò sese mutuò corrigerent, ut earum differentia certæ Regulæ submitteretur; quod si concinnè perageretur, nulla difficultas superesset. Eo consilio ad trutinam revocavi quid perfici posset, non solis vitris, sed præcipuè coagmentatione diversorum mediorum sibi succedentium, puta, duobus aut pluribus vitris vel crystallis, quibus interjecta esset aqua, vel

* Supervacaneum duximus Dissertationem hanc de verbo ad verbum hic referre, quia in responsionis contextu sunt præcipua capita ad Respondentem spectantia.

vel alius liquor ; quæ omnia ſimul fungerentur vice unius vitri, præſertim objectivi ; nam ex objectivorum conſtructione inſtrumenti perfectio maximè pendet. Quod autem compererim meditando, aut periculis à me factis, id evulgandi meliorem fortaſſe occaſionem offendam. **NEWTONI Reſponſio ad objectiones aliquas.**

Aſſeritur, quòd Radii minùs accuratè unum idémque punctum verſùs à concavâ ſuperficie reflectuntur, quàm à convexâ refringuntur ; cui aſſertioni aſſentire nequeo ; neque concedere valeo in breviorem lineam ſe extendere poſterioris quàm prioris Focum. Contrarium potius verum eſſe intelliges ex adnexâ Tabellâ, quæ accommodata eſt tum ſuperficiei concavæ reflectenti, tum convexæ refringenti. Suppono autem eas habere hiatus æquales, & Radios parallelos colligere ad æqualia ab earum Verticibus intervalla ; quæ intervalla ſi dividantur in quindecim millia partium, earum ſexaginta millia continebit Sphæræ concavæ diameter, at convexæ decem millia. Suppono etiam Sinus Incidentiæ & Refractionis eſſe, numeris rotundis, ut 2 ad 3. Iſta verò Tabella, quam ſubdo, oſtendit quantùm Radii exteriores, pro variis hiatibus, à primario eorum Foco aberrent.

| Hiatuum Diametri. | Axis Partes interceptæ inter Vertices & Radios. | | Errores Per | |
|---|---|---|---|---|
| | Reflexi | Refracti | Reflexionem | Refractionem |
| 2000 | $14991\frac{2}{3}$ | 14865 | $8\frac{1}{3}$ | 135 |
| 4000 | 14966 | 14449 | 33 | 551 |
| 6000 | 14924 | 13699 | 76 | 1301 |
| 8000 | 14865 | 12475 | 135 | 2525 |
| 10000 | 14787 | 9472 | 213 | 5528 |

Unde percipere potes, quòd tantùm abeſt ut errores geniti à convexâ ſuperficie refringente minores ſint, ut potiùs ſexdecim vicibus majores ſint quàm ſimiles errores à concavâ reflectente pro-

Num. 88. producti, præsertim quando hiatus ingentes sunt; & insuper in hac computatione nullatenus spectavi ad heterogeneam Lucis constitutionem. Itaque, quantumvis harum Animadversionum Auctor contraria supponens, Reflexiones tanquam Opticæ promovendæ minùs utiles rejiciat; ego tamen hac aliísque de caussis illas in speculatione Refractionibus anteferre debeo.

Utrùm Parabolæ descriptio difficilior sit descriptione Hyperbolæ, & Ellipseos

- - - adhuc sub Judice lis est,

sed non video quòd omnino necessarium sit aut harum aut illius descriptiones moliri. Nam, si Metallo accuratè induci potest figura sphærica, tanta habebuntur Specula, quanta unquam probè perpoliri possint. De dioptricis autem Telescopiis, jam dixi quòd tota difficultas versatur, non in vitri figurâ, sed in Refractionum inæqualitate; quæ si abesset, docere possem remedium melius & facilius, quàm usus Sectionum conicarum.

## II.

### *De parte theoreticâ.*

Hactenus de activâ, seu practicâ Optices parte. Nunc examen aggredior considerationum ad meas theorias pertinentium. Sed in illis nihil aliud facit Auctor, quàm hypothesin non meam mihi tribuere; pugnare pro hypothesi, cujus præcipua pars contra me non facit; concedere maximam partem assertionum, quæ in meâ Dissertatione continentur, dummodo per ejus hypothesin explicentur; & negare nonnulla, quæ vera ab experimentis declarantur.

## III.

### *De hypothesi mihi per errorem tributâ.*

De hisce omnibus ordine disputabo. Et primò quidem de hypothesi, quam mihi adscribit his verbis: *Ast, receptâ primâ ejus sup-*

*Suppositione, quòd Lux est corpus, & quòd quot in eâ sunt Colores aut gradus, tot esse possunt corpora; quæ omnia simul composita gignunt Albedinem, &c.* En, ut videtur, id quod accipit pro meâ hypothesi. Verum quidem est, quòd ex meâ Theoriâ arguo Lucem esse corpus; at id non incunctanter assero, ut innuit verbum *fortasse*; id propono, ad summum, tanquam probabile doctrinæ meæ consectarium, non tanquam hypothesin quâ, velut fundamento, doctrina stabiliatur, quinimo nec tanquam doctrinæ partem; quæ omnino superioribus Propositionibus continebatur. Et sanè miror objectionum Auctorem, me tam parvæ memoriæ credere potuisse, ut, cùm perquam asseveranter Theoriam meam asseruissem, deinde suppositionem ipsam, quâ Theoria tota nitebatur, vix exili *fortasse* fulciverim. Si talem aliquam hypothesin adoptassem, id alicubi patefecissem; At sciebam illas, quas palàm faciebam, Lucis proprietates aliquatenus explicari posse non solùm hac, sed pluribus aliis mechanicis hypothesibus; & ideo eas omnes vitare decrevi, & de Luce loquens verbis uti generalibus, eam abstractè considerans, ut nonnihil, quod ex lucidis corporibus quoquoversum per rectas lineas propagatur, non determinans quid id esset; an confusa dissimilium potestatum mistura, an ens quodcunque. Eâdem ratione de Coloribus verba facere decrevi juxta sensuum testimonia, tanquam si, etiam nullâ ad nos habitâ ratione, essent Lucis proprietates. Attamen juxta hypothesin mihi tributam, eos potiùs considerare debuissem tanquam Sensationum modificationes, quas in Mentem excitant varii motus, figuræ, & magnitudines corpusculorum Lucis variis modis mechanicè Sensuum organa percellentium; & sic locutus in eo loco sum, in quo disputo utrùm Lux sit corpus.

NEWTONI Responsio ad Objectiones aliquas.

At demus me hanc hypothesin proposuisse; sanè non video, cur Objectionum Auctor tantoperè illam destruere laboret: Certè enim majorem habet affinitatem cum ejus hypothesi, quàm ipse animadvertere videatur; siquidem ætheris vibrationes æquè utiles ac necessariæ in utrâque sunt. Nam, supponamus Radios Lucis esse corpuscula quoquoversum à fulgentibus substantiis ejaculata; hæc, cùm in superficiem, sive refringentem, sive reflecten-

Num. 88. tem impingunt, necessariò debent in æthere vibrationes excitare; prorsus ut Lapides in aquâ, cùm in eâ projiciuntur. Quæ, si supponantur nunc magis nunc minùs profundæ vel crassæ, prout excitantur à Radiis istis corpuscularibus majori minorive magnitudine vel celeritate præditis, quàm utiles sint ad explicandam Reflexionis Refractionisve rationem; Caloris productionem è Solis Radiis; emissionem Lucis è substantiis ardentibus, putrescentibus, aliisque, quarum partes vehementer agitatæ sunt; phænomena pellucidarum lamellarum, bullarúmque, & omnium naturalium corporum; visionis rationem; Colorum differentiam, eorúmque harmoniam & discordiam; quàm, inquam, ad hæc omnia explicanda conducant vibrationes, cogitandum iis relinquo, qui operæ pretium se facturos putabunt, si ex hac hypothesi phænomenorum rationem reddiderint.

## IV.

*De Auctoris hypothesi, déque aptitudine, quam hæc & omnes aliæ mechanicæ hypotheses habent ad se meæ Doctrinæ accommodandas.*

Secundò affirmavi, quòd præcipua pars hypothesis ab Auctore propugnatæ, contra me non facit. Hæc præcipua hypothesis est; *quòd corporum partes, vehementer & celeriter agitatæ, in æthere vibrationes cient, quæ ex his corporibus quoquoversum per rectas lineas propagantur, & Lucis sensationem concitant imum Oculum ferientes & impellentes, ferè ut vibrationes in aëre commotæ excitant soni sensationem feriendo auditûs organum.* Nunc maximè naturalis & genuina hujus hypothesis traductio ad explicanda phænomena esse videtur in hunc modum; quòd, nimirum, agitatæ corporum partes, pro variis, quibus præditæ sunt, magnitudinibus, figuris, & celeritatibus, æther commovent vibrationibus diversarum profunditatum aut magnitudinum, quæ promiscuè per medium ad Oculos nostros usque propagatæ, nos albæ Lucis sensatione afficiunt; si autem aliquo pacto vibrationes inæquales dis-

NEWTONI Responsio ad Objectionas aliquas.

disgregentur, ampliores quidem, Coloris rubri; minores sive breviores, violacei saturi; & quæ inter has mediæ sunt, intermediorum Colorum sensationem excitant; ferè prorsus ut corpora pro diversis magnitudinibus, figuris, & motibus aerem vibrationibus diversarum magnitudinum concutiunt, è quibus graviores aut acutiores sonitûs toni, pro harum magnitudinum ratione exoriuntur. Quòd ampliores vibrationes magis aptæ sunt ad superandam refringentium superficierum resistentiam, & ideo, dum per eas transmeant, minores patiuntur Refractiones; quapropter vibrationes magnitudine diversæ, id est, Radii diversimodè colorati, qui in Luce misti sunt & confusi, ab invicem Refractione separari debent, & ortum dare phœnomenis, quæ in Prismatibus atque aliis refringentibus corporibus perspiciuntur. Et quòd à diversis lamellarum translucentium bullarúmve profunditatibus, pendet, utrùm vibrationes à remotiori superficie reflectantur, sive transmittantur; ita ut pro numero vibrationum, quæ inter duas superficies fiunt, reflectantur, sive transmittantur ad plures ordine profunditates. Et, quoniam vibrationes, quæ cæruleum & violaceum Colorem efficiunt, suppositæ fuerunt breviores illis, quæ rubeum & flavum progignunt, ad minorem lamellæ crassitiem reflecti debent: quod sufficit ad explicanda omnia vulgaria phænomena harum laminarum, bullarúmve, & omnium naturalium corporum, quorum partes pro totidem laminarum fragmentis haberi quodammodo possunt.

Atque hæ perquam planæ, genuinæ, & necessariæ leges hypothesis videntur. Et adeò benè meæ Theoriæ aptantur & cum eâ consentiunt, ut, si animadversionum Auctor applicationem facere putat operæ pretium, verendum ei non sit, ne suam hypothesin ideo relinquere cogatur. Quomodo autem eam ab aliis difficultatibus defensurus sit, sanè nescio; mihi quidem absurda videtur hypothesis, quâ, veluti fundamento, cetera nituntur; quòd, scilicet, undæ sive vibrationes cujuscunque fluidi possint, ut Lucis Radii, per lineas rectas propagari absque eo quòd sine intermissione, & certâ regulâ sese extendant & vim exerceant quoquoversum in quiescens medium, à quo circumcluduntur; aut contrarium vel experientiâ vel demonstratione potest ostendi,

 aut

Num. 88. aut ego fallor. Quòd verò attinet ad ceteras duas vel tres hypotheses, de quibus meminit, satius duco illas credere similibus incommodis obnoxias, quàm suspicari deteriorem ab Auctore adoptatam fuisse.

Quæ de hac hypothesi dixi, facilè ad quamcunque aliam mechanicam accommodare licet, in quâ Lux progigni supponatur ex pressione aut motu quolibet, qui in æthere ab agitatis lucidorum corporum partibus excitatur; nam, fieri non posse videtur, ut aliqua ex hisce motionibus pressionibúsve per rectas lineas propagetur, & medium umbrosum illas hinc inde circumcludens quoquoversum, ut dixi, non propellatur. Siquis tamen hoc accidere posse arbitratur, saltem fateri debet, quòd motus isti vel conatus ad motum in æthere producti à diversis cujusvis lucidi corporis partibus, quæ magnitudine, figurâ, & agitatione differunt, debent esse inæquales: Hoc autem sufficit, ut Lux, juxta quamlibet ex hisce hypothesibus, denominetur Aggregatum ex *Radiis dissimilibus.* Et, si primigeniæ istæ inæqualitates efficere possunt ut Radii Colore & Refrangibilitate differant, non video cur ii, qui alicui ex his hypothesibus adhærent, quærant alias horum effectuum caussas, nisi, (ut Auctoris utar argumento,) *velint Entia sine necessitate multiplicare.*

V.

*De iis, quæ observationum Auctor concedit, & ad suam hypothesin coarctat.*

Consideranda *tertio loco* venit lex, quam animadversionum Auctor concessionibus suis apponit; quòd nempe explicanda mihi est Theoria mea per hypothesin suam; si enim illi in re istâ morem gerere vellem, vix, ac ne vix quidem dissentiremus. Siquidem dat, quòd Radii, nullâ habitâ diversarum Incidentiarum ratione, diversas patiuntur Refractiones; sed hoc explicari vult, non per diversas diversorum Radiorum Refrangibilitates, sed per æthereorum pulsuum divisionem rarefactionémque. Dat tertiam, quar-

quartam, & sextam ex meis Propositionibus; quarum sententia est; quòd simplices Colores omnis mutationis omninò sunt expertes, compositi verò mutari possunt, sed solùm eos resolvendo in Colores, è quibus compositi sunt; & quòd mutationes omnes, quæ Coloribus induci possunt, tantùm oriuntur à diversis eorum misturis & separationibus. Sed hæc dat eâ lege, ut Colores explicem per duo unius pulsûs divisi latera, & sic illos ad duo omnino genera redigam, cunctis aliis Coloribus habitis pro variis horum duorum gradibus & misturis. Dat insuper, quòd Albedo conficitur ex omnibus Coloribus coalescentibus; sed tunc fateri debeo id non solùm effici horum Colorum mistione, sed etiam unione partium Radii, qui nuper divisus supponebatur.

NEWTÔNI Responsio ad Objectiones aliquas.

Si ad istarum explicationum discussionem procedere vellem, arbitror, quòd non difficulter monstrare possem, non tantùm eas non sufficere, sed aliquatenus, quod saltem ad me spectat, intelligi non posse. Etenim, quamvis facilè intelligam, quomodo motio dilatari & extendi possit, aut quomodo motiones parallelæ fieri possint divergentes; attamen intelligere nequeo, quo artificio motio linearis à refringente superficie valeat in infinitum dilatari & rarefieri, ita ut in superficialem degeneret: Et, hoc supposito, non magis intelligo, quomodo tantùm dividatur in tam exiguum angulum, neque potiùs extendatur & dispergatur per totum Refractionis angulum. Præterea, quamvis mihi facilè liceat intelligere quo pacto dissimiles motiones sese mutuò decussare & interferere possint; tamen benè intelligere non valeo, quomodo in unam eandémque uniformem motionem coalescere possint, ac deinde rursum separari, & pristinam dissimilitudinem recuperare; Veruntamen conjicio quibus rationibus observationum Auctor hæc explanare sit tentaturus. Item, quòd directus, uniformis, & non perturbatus pulsus Refractione dividi & perturbari possit; sed obliquus & perturbatus persistat, & sequentibus Refractionibus non dividatur, neque magis ac magis perturbetur, mihi quidem intelligere non magis licet, quàm cetera; nec Colorum numerus magnâ difficultate caret, ut infra videbimus.

VI.

Num. 88.

## VI.

### *Quòd nullâ hypothesi limitare aut explanare meam doctrinam necesse est.*

Sed, quæcunque demum sint hujus hypothesis commoda vel incommoda, mihi, spero, ab iis perpendendis abstinere licebit, quòd meam doctrinam nullâ explicatione mutuatâ à quacunque hypothesi indigere opinor. Etenim, si Lux abstractè, & nullâ cujuslibet hypothesis ratione habitâ, consideretur, facilè possum intelligere, quòd diversæ corporis lucidi partes emittunt Radios diversis Coloribus, aut aliis qualitatibus præditos Lucem constituentes, ut diversæ partes chordæ falsæ sive inæqualis, aut aqua inæqualiter agitata in rivo sive cataractâ, aut diversi tubi, quibus Organum pneumaticum constat, uno eodémque tempore inflati, aut omnia, quotquot sunt, sonantia corpora simul edunt sonos diversorum tonorum, qui promiscuè & confusè per aerem propagantur. Et, ut, si adessent naturalia corpora valentia reflectere sonos certi cujusvis toni, & ceteros restinguere vel transmittere, tunc Echo confusam omnium Tonorum congeriem in certum illum Tonum converteret, cui reflectendo corpus resonans idoneum est; sic, (quoniam, concedente ipso animadversionum Auctore, dantur corpora apta ad reflectendos Radios certi cujusdam Coloris, & ceteros aut restinguendos aut transmittendos,) possum facilè intelligere, quòd hæc corpora, si omnibus Coloribus permistis irradientur, illo solo, quem reflectent, Colore imbuta apparebunt.

Objectionum autem Auctorem difficultates in hæc innuentem, dum, nescio quid, dicit de fidium antequàm percutiantur, aut aeris sonitu in Organorum pneumaticorum follibus, antequàm ad Tubos perveniat, non magis intelligo, (fatendum enim est,) quàm siquis loqueretur de Luce in lignis antequam super focum reponerentur, aut in oleo, quod Lucerna continet, antequam, ad flammam alendam, in ellychnium ascenderet.

VII.

NEWTONI Responsio ad Objectiones aliquas.

## VII.

*Difficultates, quæ in observationum Auctoris dissertatione occurrunt, ab hypothesibus abstrahuntur, & generaliùs ponderantur.*

Vides igitur quàm alienum ab incœpto sit de hypothesibus disputare. Quapropter, denique, ex animadversionum Auctoris dissertatione difficultates excerpam, & eas, nullâ hypothesium habitâ ratione, in genere considerabo. Illæ autem ad hasce tres Quæstiones omnino redigi possunt.

Primò. *Utrùm inæquales Refractiones, quæ accidunt, quæcunque demum sit Incidentiarum inæqualitas, oriantur à diversâ diversorum Radiorum Refrangibilitate; vel à divisione, extensione, aut separatione ejusdem Radii in divergentes partes?*

Secundò. *Utrùm omnino sint duo Colorum genera, vel plura?*

Tertiò. *Utrùm Albedo sit omnium Colorum permistio?*

## VIII.

*Quòd Radii non dividuntur neque aliter dilatantur,*

Harum Quæstionum *primam* superiùs experientiâ definitam invenire potes; quæ eò spectat, ut demonstretur longitudinem imaginis coloratæ non oriri neque ex vitri inæqualitate, neque ex aliâ pravitate fortuitò Refractiones deformante. Quarum pravitatum fortuitarum, nullam novi, quæ faciliùs in mentem veniat, quàm fortuita Lucis divisio aut extensio illi similis, quam CARTESIUS describit in suo libro de *Æthereis Refractionibus* Cometæ caudam explicaturus, aut quam nunc animadversionum Auctor produci supponit à divisione vel rarefactione pulsuum suorum æthereorum. Quò harum pravitatum suspicionibus obviam irem, dixi, quòd ad contrarias partes duobus Prismatibus, quorum unum post aliud positum erat, Lucem refregeram, eo consilio, ut secundum Prisma destrueret quidquid primum juxta Naturæ leges effecerat, & palàm faceret quidnam fortuitò accideret, repetitis

Num. 88. nempe Refractionibus hæc adventitia augentibus. Nunc, si, inter cetera, primum Prisma disjunxisset ac discidisset quemque Radium in indefinitum divergentium partium numerum, secundum Prisma pariter singulas hasce partes in totidem indefinitos numeros iterum distraxisset & discerpsisset, quâ re Imago magis adhuc fuisset dilatata, contra eventum. Id autem accidere debuisset, quia hæ lineares divergentes partes aliæ ab aliis, quod ad Refractionem attinet, non pendent, sed earum quælibet est æquè verus & perfectus Radius, ac totus ille antequam in vitrum incideret, ut perspicies, si singulos seorsum intercipias.

Quàm rationi consona sint hæc, meliùs fortasse tibi apparebit, postquam, præter jam relata, singulatím enarravero, quòd aliquoties secundum Prisma primo transversum collocavi, sic periculum facturus, utrùm oblonga Imago redderetur quadrata ob Refractiones quæ eunt transversæ iis, quæ Imaginem rotundam in oblongam produxerant. Nam, si, inter alias fortuitas pravitates, primi Prismatis Refractio Radium linearem dividens illum in superficialem distraxisset; Refractiones secundi Prismatis ad prioris oppositas partes factæ, debuissent, iterum dividendo, hunc superficialem Radium in solidum pyramidalem dilatare & diducere. Sed aliter, se rem habere, facto periculo, comperi; Imago siquidem æquè accuratè oblonga erat ac ante, sed ad ambo Prismata angulo quadraginta quinque graduum inclinabatur.

Etiam tentavi, quid efficeretur Prismate alios situs obtinente, ejus extremitates in orbem agens circa meditullium; & nunquam aliquid præter solitum observavi. Imago semper ad utrunque Prisma erat similiter inclinata; & ejus latitudo Solis diametro respondebat, longitudo autem modò major, modò minor, prout Refractiones magis sese mutuò adjuvabant, vel destruebant.

His observationibus liquet, quòd, quoniam Imaginis latitudo non augebatur ab oppositis secundi Prismatis Refractionibus, Refractio confecta fuerat sine Raddii divisione aut dilatatione; & ideo fatendum est, quòd saltem Lux, quæ in hoc Prisma inciderat, erat congeries quædam Radiorum *inæqualiter refrangibilium* eo sensu, quo ego verba hæc accipio. Et, quoniam Imago erat ad ambo

ambo Prismata æqualiter inclinata, & idcirco similes utriusque Refractiones, hinc conficitur, quòd eæ fiebant juxta eandem constantem Legem, sine ullâ fortuitâ pravitate. NEWTONI Responsio ad Objectione aliquas.

# IX.

## *Quòd Colores primigenii sunt plures, quàm duo.*

Ut *secunda* Quæstio solvatur, Auctor animadversionum affert periculum institutum duabus pixidibus cuneatis, de quo mentionem facit acutus HOOKIUS in *Micographiâ* suâ *Observ.* 10. *pag.* 73. Volebat autem hoc pacto Colores omnes extundere è duobus simul permistis. Sed duplici vitio exemplum hoc laborare videtur. Non enim constat, quòd in hoc tentamine Colores omnes ex duobus prolati sint; neque, si id constaret, hinc conficeretur quod concludere volebat Auctor.

Non omnes Colores à duobus hoc experimento progigni, vel hinc liquet, quòd tinctura Aloes, quæ horum Colorum unum præbebat, ubique non erat similiter Colorata, sed ad vasculi aciem flava apparebat, & rubea in locis aliis, in quibus altior erat, atque suppeditabat diversos omnes Colores, quotquot sunt à flavo diluto ad rubeum saturum aut coccineum usque, pro variis liquoris crassitudinibus. Eodem pacto solutio Cupri, quæ alterum Colorem præstabat, diversis cæruleis & indicis infecta erat. Ita ut non duo Colores, sed quamplures ad aliorum generationem adhibiti fuerint. Sic, exempli gratiâ, ad effingenda omnia viridium genera diversi Flavedinis gradus cum cæruleo diluto miscebantur; atque elementa Purpuram componentia erant Colores coccineus atque cæruleus satur.

Jam si Auctor animadversionum contenderet varios illos rubeos flavósque, quibus pictus erat liquor unus, nec non cæruleos indicósque, quibus alter erat illitus, esse non Colores diversos, sed potiùs unius ejusdémque Coloris gradus; id sanè foret sibi pro concesso illud ipsum assumere, de quo disputatur: Neque difficilius dare possim, quòd Triemitonium, vel Tertia minor, & Di-

 tonum,

Num. 88. tonum, vel Tertia major; five Hexachordum minus, vel Sexta minor, & Hexachordum majus, vel Sexta major, quarum ufus eft in Harmonicis frequens, funt non duo foni diverfi, fed potiùs gradus unius ejufdémque foni. Sanè multò fatius mihi videtur Senfibus credere, qui monent rubeum & flavum duos effe Colores differentes, & philofophicam Quæftionem inftituere, quomodo liquor idem, pro variis craffitudinibus, apparere valeat modò hujus, modò illius Coloris; quàm eos accipere pro eodem Colore, quia ab eodem liquore miniftrantur. Quæ ratio fi fufficeret, cæruleus & flavus pro eodem Colore forent habendi, fiquidem ambo in ligni nephritici tincturâ perfpiciuntur. Quòd autem fint duo Colores, meliùs, meâ quidem fententiâ evincitur ratiocinio. Etenim Aloes tinctura ita naturâ comparata eft, ut præ omnibus facillimè tranfmittat Radios rubro Colore inditos, difficillimè verò Radios violaceo præditos, & faciliùs difficiliùfve Radios intermediis Coloribus infectos. Itaque liquor hic, ubi valdè exilis eft, fatìs virium habere poteft, ut quamplurimos Radios violaceos intercipiat, quanquam quamplurimos ex diverfimodè coloratis tranfmittat; qui Colores omnes commifti medium quendam, videlicet flavum languidiorem, debent componere. Sed, ubi adeò craffus eft, ut plures cæruleos & virides intercipiat, reliqui virides, flavi, & rubei aureum conflare debent. Quando autem liquoris craffitudo tanta eft, ut perpauci Radii illum transjicere poffint, præter rubeos, liquor ipfe Colorem hunc ducere debet, & quidem eò magis faturum & obfcurum, quo craffior eft liquor. Eadem intelligenda funt de pluribus cærulei gradibus, quos exhibet cupri folutio, quæ fcilicet apta eft ad facillimè intercipiendos Radios rubeos, & tranfmittendos Radios cæruleo faturo, vel indico Colore imbutos.

Sed, ponamus, quòd omnes Colores, fecundùm hoc experimentum, ex horum duorum permiftione producere liceat; non tamen hinc conficitur duos iftos tantùm effe primigenios Colores; ídque duplicem ob rationem; Prima eft, quòd hi duo non funt Colores primigenii, fed ex aliis compofiti; nullus etenim eft in rerum naturâ liquor, corpus nullum, cujus Color diurnæ Luci expo-

expositus omninò simplex sit. Secunda verò est, quòd quamvis hi duo essent primigenii, & quamvis reliqui omnes ex hisce duobus componi possent, non ideò sequeretur, quòd obtineri alio pacto nequirent. Jam enim dixi Colores duas habere origines; cùm Color, qui, sensu judice, unus idémque videtur, sit aliquando simplex, aliquando compositus; & satìs perspicuè docui in *Propositionibus tertiâ* & *quartâ*, atque in *Conclusione*, quænam essent proprietates, quibus hæc duo Colorum genera, aliud ab alio, discernere liceret. Sed, quia nonnulla me ad credendum inducunt, quòd non benè intellecta sit hæc distinctio, illam iterum explicabo, & exemplis planiorem faciam.

NEWTONI Responsio ad Objectiones aliquas.

Colores illi primigenii sunt, qui nullo artificio mutari possunt, & quorum Radii omnes similiter refrangibiles sunt: Compositi autem Colores sunt illi, qui in alios converti possunt, & quorum Radii non sunt omnes similiter refrangibiles. Exempli gratiâ, ut dignoscas utrùm Color, quo viride quoddam objectum imbutum est, sit compositus, necne; objectum illud transpice per Prisma, & si confusum vides, ejúsque extremitates cæruleo, flavo, aliísve differentibus Coloribus pictas, viridis ille Color compositus est ex Coloribus, qui circa extremitates emergunt. Sed si vides distinctum, probè terminatum, & extremitatibus omnino viridibus circumclusum, nullo alio emergente Colore; viridis ille Color simplex est & primigenius. Eodem pacto, si refractus Lucis Radius in parietem album incidens viridem Colorem exhibet, noſces utrùm Color sit compositus, si Radium interposito Prismate refringas; nam, siquam percipis dissimilem Refractionum rationem, & si viridis Color migrat in cæruleum, flavum, aut quosvis alios, hinc licet colligere illum compositum esse ex his, qui sic apparent. Si verò Refractiones omnes uniformes sunt, & si viridis Color nullam prorsus patitur mutationem, primigenius est atque simplex. Primigenium autem simplicémque ejusmodi Colorem viridem appello, quia talis Color hisce proprietatibus præditus nullâ aliorum Colorum admistione produci potest.

Nunc, si duo viridia objecta Oculo nudo inspecta ejusdem Coloris videri possunt; quanquam alterum visum per Prisma ap-

Num. 88. pareat confusum aliisque Coloribus variegatum circa extremitates, alterum verò distinctum & omnino viride: & si dari possunt duo Lucis Radii, qui, album parietem incidentes, nudum Oculum eodem Colore percellunt; quorum tamen alterum transmissum per Prisma similiter eâdémque ratione refringatur, atque pristinum Colorem ipsissimum retineat, alterum verò dissimiles patiatur Refractiones & in plures alios Colores divaricet: dabitur, opinor, duos hosce virides Colores differentem habere tum originem tum structuram. Et si, Colores miscendo, nunquam componere licet viridem iis proprietatibus præditum, quibus gaudet immutabilis ille viridis, hunc, puto, appellare fas est Colorem simplicem, præsertim cùm ejus Radii similiter refrangibiles & omnino uniformes sint.

Eadem via ineunda est cùm perpenditur utrùm rubeus, aureus, flavus, cæruleus, & quivis alius Color compositus sit, necne. Atque, ut obiter dicam, quoniam omnia, quæ alba cernuntur, visa per Prisma, confusa & coloratis finibus circumscripta conspiciuntur, patet, quòd Color albus, juxta distinctionem quam statuimus, compositus semper est, ut & complures alii Colores, quia valde confusi sunt, & Refractionibus mutabiles.

Hæc ansam præbent tibi enarrandi quâ ratione perfici valeant Microscopia per Refractionem; si nimirum id, quòd observandum venit, in obscurato cubiculo positum, irradietur Luce præditâ idoneo aliquo Colore non admodum composito; hoc enim pacto Microscopium sine confusione majores Lentium diametros & latiores hiatus admittet, præcipuè si constructa sint eâ ratione, quam mox tradam; nam vulgaria hinc non multum æmolumenti caperent.

## X.

### *Quòd albus Color ex omnibus aliis mistis constat.*

Superest nunc, ut *tertiam* Quæstionem ponderemus, utrùm scilicet Color albus sit homogeneus, an heterogeneus, & ex aliis omni-

omnibus compositus? Experimentum, quod ad eam persolvendam attuleram, animadversionum Auctor putat aliter explicari posse, & idcirco nihil probare. Sed sibi ipse facilè satisfacere potuisset tentando quidnam ab omnium Colorum misturâ conficeretur. Quinimo experimentum ipsum à me relatum ei satisfecisset, si pluribus modis illud excussisset. De uno ego loquutus fueram, cujus rationem nullam ab eo habitam video, quòd nempe siquis Color prope Lentem intercipiatur, albus in alios degenerabit: si Colores omnes, præter rubeum, intercipiantur, unicus ille rubeus in puncto, ubi Radii concurrunt aut se decussant, album non constituet, sed æquè rubeus, ac ante permanebit; atque idem dicendum est de ceteris Coloribus. Itaque ostendendum est, non solùm quomodo Radii, qui, antequam coirent, exhibebant Colores, ubi concurrunt, album suppeditent; sed etiam, quomodo, in eodem loco, in quo singula Radiorum genera seorsùm singulos Colores subministrabant, omnes simul confusi album efficiant. Exempli causâ, si Color rubeus solus primùm in papyrum transmittatur ad concursûs locum, atque deinde alii Colores super rubeum hunc injiciantur, quærendum erit utrùm hi Colores rubeum in album convertant ideo tantùm, quòd cùm eo misceantur, eo pacto, quo cærulea Lux super flavam cadens ponitur viridem componere? Vel, utrùm major quædam mutatio fiat in Coloribus, dum in se mutuò agunt, donec, ut contrariæ *Peripatheticorum qualitates*, similes evadant? Quisquis hoc ultimum per leges mechanicas explicare volet, duas absurditates superandas offendet. Etenim primò debet ostendere, quomodo plures dissimiles motiones collisione ita in se invicem agant, ita mutuò se mutent, ut in unam eandémque uniformem coalescant; secundò, quo pacto uniformis motio valeat, nullâ inæquali impressione superveniente, semet ipsa separare in quamplurimas motiones certâ ratione inæquales. Et præterea me docere debet, quomodo omnia, quæ Oculis percipiuntur, eundem Colorem non ducant; idest, quomodo Colores in aere, ubi Radii à corporibus quoquoversùm emissi perturbatè miscentur, similes non evadunt antequam ad Spectatoris Oculum perveniant.

NEWTONI Responsio ad Animadvers. quasdam.

Quòd

Num. 88. Quòd si restaret aliquis dubitandi locus, satius esset quæstionis solutionem permittere experimento aliis rationibus tentato, quàm assentiri explicationibus ab hypothesi ductis, & quæ, ut maximè, veræ esse possunt. Exempli gratià tentetur quam speciem induant hi Colores, dum se quamcitissimè consequuntur. Quod facilè perficere licet, si nempe celeriter convertatur rota pluribus radiis sive dentibus circa perimetrum instructa, quorum interstitia & crassitudines sint æquales, latitudines autem tantæ, ut, rotâ inter Prisma & album Colorum concursum positâ, Colorum dimidium à radiis vel dentibus intercipiatur, dimidium per intestitia transeat. Rotâ sic dispositâ, eam principiò lentè convertes, ut videas Colores omnes unum post alium cadere in eandem partem papyri collocatæ ad eorum concursum; deinde rotæ motum accelera donec Colores se tam citò consequantur, ut singulos seorsum videre nequeas; & Color hinc exsurgens erit albus omnino similis illi, quem exhibet non refractus Lucis Radius, quando eâdem ratione per vices interrumpitur radiis vel dentibus rotæ circumvolutæ. Quòd autem Color ille albus originem ducat ex Colorum sibi succedentium misturâ, & nullo pacto ad similitudinem redactorum, certo certius est; nisi fortè quæ eodem tempore non existunt, tamen possunt mutuò in se agere.

Adsunt etiam aliæ veritatis detegendæ & in aperto ponendæ rationes; puta, respiciendo albam Colorum coalitionem per alterum Prisma Oculis quampropiùs admotum, eorúmque originem perpendo; quod fiet, si quis aliquem Colorem intercipiat prope Lentem antequam ad album perveniat; tunc enim Color interceptus desiderabitur inter eos, quos secundum Prisma Albedini superinduxerat. Jam, si Radii, qui desunt, sunt illi ipsi, qui intercipiuntur, fatendum est Radios à secundo Prismate non imbui novis Coloribus, quos videlicet non haberent antequam in papyro coirent. Et hoc satìs argumenti est, quòd Radii differentibus Coloribus præditi manent distincti in Albedine, & quòd à præviis eorum affectionibus oriuntur Colores Prismatis secundi. Atque, obiter, quæ de Radiorum Coloribus dicta sunt ad eorum Refrangibilitatem accomodari debent.

Hìc

Hic etiam usurpari potest Rota, de quâ supra mentio facta est; nam, si ea neque nimiùm lentè neque nimiùm velociter circumagatur, licebit per Prisma videre Colores alios aliis succedentes, dum alius Spectator nudo Oculo album perspiciet.

NEWTONI Responsio ad Animadversiones quasdam.

De hoc experimento nonnulla quidem dicenda supersunt. Sed hæc sufficiunt, opinor, ad illud confirmandum, & controversiam dirimendam. Quidquid sit, pergam indicare alias rationes procreandi Coloris albi per mistiones; nam persuasum habeo hanc, præ ceteris assertionibus, paradoxam videri, & omnium difficillimam quæ recipiatur. Et quoniam animadversionum Scriptor sibi poscit exemplum aliquod è corporibus diversimodè coloratis petitum, hinc initium faciam. Sed circa negotium istud venit animadvertendum, quòd ejuscemodi colorata corpora non totam Lucem, in ea cadentem, sed aliquam tantùm reflectunt, ut constat ex decimâ tertiâ *Propositione.* * Quâ de causâ Lux, quæ ab hac congerie reflectitur, languidior esse debet, utpote quæ pluribus Radiis destituta fuerit. Idcircò vivida Albedo speranda non est, sed potiùs Color quidam inter Lucis & Umbræ Colores medius, aut leucophæus squallidúsve Color, qualem albo & nigro simul mistis licet conficere.

Quòd autem ejuscemodi Color hinc sit oriturus, colligi potest vel ex pulvere illo, qui in omnibus Domuum angulis adest, & qui constat ex multis coloratis particulis, ut jam observatum fuit. Potest etiam squallidus iste Color obtineri miscendo plura pigmenta, qualibus Pictores utuntur. Idem pariter conficietur Turbinem (quo Pueri ludunt) diversis Coloribus pingendo; qui, si verbere circumagatur, squallentis hujus Coloris videbitur.

Horum autem Colorum compositio proposito meo inservit, nam, non Coloris genere, sed tantùm nitoris gradu ab Albedine discrepant: quòd sic (si animadversionum Auctor negat) evincam. Solaris Lucis Radius in obscuratum cubiculum admittatur, ac Lux ista à corpore quomodocunque colorato reflexa papyrum irradiet: papyrus illa semper referet Colorem, quo imbutum est corpus Lucem reflectens, quâ irradiatur. Si rubeum est corpus hoc, pa-



* Pag. 291. hujus.

Num. 88. papyrus rubescet; virescet, si viride; atque ita porrò. Cujus rei ratio est, quòd fibræ, seu fili, quibus papyrus concrescit, pellucentes sunt omnes & ad speculi naturam accedunt; ejusœmodi verò corpora Colores nullo pacto mutatos reflectere norunt omnes. Ut igitur dispicias ad quodnam Colorum genus referendus sit leucophæus, in Luce istâ colloca corpus aliquod Colore hoc tinctum, (puta, pigmentorum misturam,) albámque videbis papyrum, quam Lux à corpore illo reflexa illuminat. Quod etiam accidet, si papyrum irradies Luce, quam nigra corpora reflectunt.

Sunt igitur omnes hi Colores unius ejusdémque generis; verumtamen non solo nitoris gradu videntur differre, sed etiam quibusdam aliis inæqualitatibus, quibus magis Oculis molesti aut jucundi fiunt. Discrimen autem in eo situm videtur, quòd leucophæi, & fortasse nigri, Colores conficiuntur ab inæquali Lucis defectu, prodeunte tanquam à pluribus venulis aut rivulis, qui discrepant sive Luminis quantitate, sive inæquali Radiorum diversimodè coloratorum distributione; quales debent accidere, cùm Lux reflectitur ab albi & nigri vel corpusculorum diversis Coloribus infectorum permistione. Sed, postquam Lux hæc malè permixta, perfectiùs mista est dum iterum à papyro reflectitur, fit jucundior, atque languentem vel tenebricosam Albedinem subministrat. Quòd verò discrimina hæc oriri possint ex tantillis vitiis, improbabile non videbitur reputanti quantas in ejusdem toni sonis varietates inducant inæquales & certâ regulâ carentes dissonantiæ. Præterea, hæc discrimina sunt adeò exigua, ut aliquoties utrùm omnino essent dubitaverim, cùm animadverterem, quòd duo corpora, alterum album, alterum nigrum juxtà posita, sed hoc sub magnâ Luce, illud sub perexiguâ, ita ut corpora ipsa æqualiter luminosa viderentur, difficilè discerni poterant, si è longinquo spectarentur, nisi quòd nigrum magis ad cæruleum vergere videbatur, album verò, positum in Luce adhuc debiliori, nigrum apparebat.

Hæc

NEWTONI Responsio ad Animadversiones quasdam.

Hæc me duxerunt ad aliam rationem componendæ Albedinis, quæ est hujusmodi; quatuor aut quinque corpora Coloribus magis splendentibus imbuta, aut papyrus tota Coloribus his aptè dispensatis distincta & variegata, locetur sub Lucis Radio; & Lux, quæ ab hisce Coloribus ad aliam papyrum, commodo intervallo dissitam, reflectitur, eam albere faciet. Papyrus ad Colores propiùs accedat, & singulæ ejus partes singulos illos Colores repræsentabunt, à quibus propiùs absunt; removeatur, ut omnes ejus partes æqualiter omnes Colores recipiant, atque ii magis ac magis diluentur, donec papyrus perfectam Albedinem induat. Animadvertendum insuper venit, quòd siqui Colores intercipiantur, papyrus jam non alba apparebit, sed picta aliis Coloribus non interceptis. Nunc, nullam video rationem dubitandi utrùm Albedo, sit, necne, permistio Radiorum diversimodè coloratorum & confusè super papyrum cadentium; etenim, si Lux evaderet tota sibi similis & uniformis antequam confusè in papyrum caderet, multò magis talis fieri deberet, cùm ad Spectatoris Oculos post majus intervallum devenit; atque ideo Radii à diversis Coloribus promanantes inter se qualitate non differre deberent, sed omnes respicientis Oculum uno eodémque Colore ferire, contra experientiam.

Non dissimile exemplum illud est, quòd, si polita Metalli lamina ita disponitur, ut in eâ Colores tanquam in Speculo perspiciantur, atque ea deinde aspera reddatur, ut Colores isti confusâ Reflexione misceantur, ipsi evanescent, & dum miscentur, Metallum album ostendent.

Sed hoc experimentum adhuc confirmemus. Si, non papyrus, sed alba spuma exiguis bullis constans illuminetur Radio à supradictis Coloribus reflexo, eam nudus Oculus albam videbit, qui tamen eximio Microscopio munitus diversos Colores distinctos in bullis perspiciet, tanquam si à pluribus sphæricis superficiebus reflecterentur. Ego quidem quampropius stans Oculo nudo singulas bullas diversis Coloribus variegatas vidi; & tamen, cùm ita à spumâ recessissem ut unamquamque bullam seorsum videre nequirem, spumam prorsus albam sum intuitus. Quinimo

Num. 88. in eodem loco ſtans, ſi attentiùs bullas inſpiciebam, in iis Colores optimè videbam, ſi verò Oculos ſubcludebam (veluti ſiquid longè diſſitum contuerer) quò res confuſas viderem, ſpumam Coloribus omnibus deſtitutam, & tantùm albam conſpiciebam. Quæ hìc dixi de ſpumâ, facilè poſſunt intelligi de papyro & Metallo, in ſuperioribus experimentis. Harum enim rerum partes à Speculorum naturâ non admodum diſcrepant; & fortaſſe ope optimi Microſcopii, Colores promiſcuè ab his reflexos non minùs intueri liceret.

Varia colorata corpora in eâ ratione miſcere, ut hi effectus excudantur, poteſt eſſe negotium ſubtilioris operæ conſiliíque; & ſatius erit adhibere Colores Priſmate detectos & in parietem projectos, qui nempe reflexi Papyrum, Metallum, Spumam, atque alia alba corpora irradient. Ego quidem plerumque hoc pacto experimenta inivi, quia meliùs excludere poteram Lucem omnem diſperſam, quæ, ſeſe Coloribus immiſcens, eos dilataret.

Ad hanc Albedinis componendæ rationem poteſt etiam alia referri; cùm ſcilicet miſcetur Lux poſtquam tranſmeavit pellucida colorata corpora: Exempli gratiâ, ſi Lux nulla in Cubiculum admittatur præter eam, quæ tranſit per coloratum vitrum, cujus ſingulæ partes ſingulis Coloribus diſtinctæ ſint in ratione prorſus æquali, tunc omnia, quæ alba ſunt in Cubiculo, videbuntur alba, dummodo vitro nimiùm propinqua non ſint. Attamen, Lux, quâ illuminantur, uniformis eſſe nullo pacto poteſt; etenim, ſi Radii, qui Cubiculum ingredientes diverſis erant Coloribus imbuti, quamcumque, dum in Cubiculum progrediuntur, mutationem paterentur, quâ ad unam eandémque formam revocarentur, vitrum eoſdem adamuſſim reddere Colores non poſſet, cùm è remotiori Cubiculi parte ſpectatur, quos exhibet cùm propius eſt Spectatoris Oculo: neque Radii in aliud obſcurum Cubiculum immiſſi per oppoſitum Oſtium aut medianum parietem terebratum in papyrum ſpeciem vel imaginem vitri ſuis Coloribus picti projicerent.

Atque

Atque, ut obiter dicam, hoc videtur exemplum vehementer urgens, & valdè faciens pro nonnullis aliis Theoriæ meæ partibus, & præcipuè pro decimâ tertiâ Propositione. Nam in Cubiculo illo corpora naturalia quæcunque propriis omnia Coloribus distincta apparent. Atque in eo Colorum phænomena, quæcunque sunt in rerum Naturâ, sive per Refractionem sive absque Refractione perficiantur, eadem sunt quæ sub dio. Cùm autem Lux in hoc Cubiculo sit permistio constans ex partibus dissimilibus, qualem descripsi in meâ Theoriâ, omnium horum phænomenorum causæ eæ ipsæ debent esse, quas assignavi. Et nullam video rationem, quâ ducar ad suspicandum ne eadem phænomena ex aliis sub dio causis exoriantur.

NEWTONI Responsio ad Animadversiones quasdam.

Hujus tentaminis exitum facilè colligere licet ex facie, quam res habent in Templo vel Sacello, cujus fenestræ sunt ex vitro colorato; aut in aëre aperto, cùm Lucem recipit per nubes diversis Coloribus imbutas.

Sunt adhuc aliæ rationes, quibus Albedinem excudi; ut projiciendo diversos duorum aut plurium Prismatum Colores in unum eundémque locum; refringendo Lucis Radium duobus vel tribus Prismatibus quorum unus excipiebat Lucem ab altero jam refractam, ut Colores divergentes iterùm convergerent; aliquem Colorem reflectendo alium versùs, & per Prisma inspiciendo superficiem pluribus Coloribus pictam; atque etiam, (quod æquipollet jam memoratæ miscendorum Colorum rationi concavis vasculis coloratorum Liquorum plenis,) animadverti umbras vitreæ fenestræ pictæ albas evadere, ubi illæ, quæ, à pluribus coloribus profluebant, sese ad magnum intervallum decussabant. Attamen Animadversor potest, ut scrupulum omnem removeat, tentare, si libet, quid conficiatur quatuor aut quinque concavis vasculis liquorum pluribus diversis Coloribus tinctorum repletis.

Præter hæc omnia, Colores, quos exhibent aqueæ bullæ, aliæque tenues pellucidæ substantiæ, complura sufficiunt Exempla Albedinis eorum mixturâ procreatæ; è quibus unum huic argumento finem imponet. Aqua, in quâ commoda saponis quantitas dissoluta sit, commoveatur donec in spumam concrescat;

 Deinde

Num 88. Deinde ſpuma omnino quieſcere permittatur neque ampliùs moveatur, quouſque perſpicias quòd bullæ, quibus conſtat, incipiunt ſe diſrumpere; tunc ſingularum bullarum vertices magnâ Colorum varietate diſtincti apparebunt, ſi tamen ſpumam valde prope diſpicias; ſi verò eam intuearis à tanto intervallo ut Colores ab invicem diſtinguere nequeas, ſpuma perfectè alba videbitur.

## XI.

### *Quòd* experimentum Crucis *tale eſt.*

Hactenus de conſilio & ſumma animadverſionum Obſervatoris. Superſunt tamen aliqua, de quibus mihi loquendum eſt antequam manum è Tabulâ tollam; ut de *Experimento Crucis*, quod negat. Illud tanquam totius orationis meæ fundamentum habueram; Contra illud idcirco converti debebat tota objectorum vis. Sed mihi perſuadere non poſſum quòd non ſatìs probet quia ſimpliciter & nullâ additâ ratione negatur. Proclivis ſum ad opinandum illud malè intellectum fuiſſe; ceteroquìn omnibus quæ de Radiorum rarefactione & diviſione dicta fuerunt, obviam iviſſet: Siquidem eò ſpectabat, ut evinceretur quòd Radii diverſis Coloribus præditi, ſeorſum conſiderati, Refractiones patiuntur inæquales, quanquam ad eumdem angulum incidant; cùm tamen non dividantur, rarefiant, aut quocunque alio pacto dilatentur.

## XII.

### *Nonnulla attentiùs conſideranda.*

Animadverſionum Auctor primam & ſecundam ex meis Propoſitionibus excutiens, reddidit doctrinam meam valde imperfectam atque mutilam, eam omnino explicans per Radiorum diviſionem. Mihi tamen propoſitum erat oſtendere, quòd hæ Refractiones perficiuntur ſine iſtâ ſuppoſitâ anomaliâ; de quo experimentum Crucis illum monere debuiſſet. Atque, ut generaliter loquar, video

video præcipua, quæ innueram; & quibus Propositiones meas ſtabilire volueram, ejus conſiderationem fugiſſe, dum illas per hypotheſes explicare laborat: hujus generis ſunt immutabilitas gradûs Refrangibilitatis, qui ad unumquodque Radiorum genus pertinet; ſtricta analogia, quæ eſt inter Refrangibilitatis gradus atque Colores; diſtinctio, quæ compoſitos à ſimplicibus Coloribus diſſociat; immutabilitas Colorum ſimplicium; aſſertio quòd, ſi quis ex Coloribus à Priſmate prolatis prorſus intercipiatur, Colorem illum ſuperſtes Lux nullo pacto reparare poteſt, quantumvis refringatur aut reflectatur. Quapropter nunc expendatur, peropto, quantæ vis quantíque momenti ſint hæc ad Theoriam meam corroborandam.

---

## ART. XVIII.

****************************************************

### SUMMARIUM.

### *Epiſtolæ nuper ſcriptæ* Lutetiæ Pariſiorum *ab Ingenioſo quodam viro, in quâ continentur animadverſiones nonnullæ in* NEWTONI doctrinam de COLORIBUS, *& in ea quæ conficiunt inæquales Radiorum Refractiones in Teleſcopiorum vitris.*

VIDI quo pacto NEWTONUS Theoriam ſuam de Coloribus ſuſtinere contendat; mihi quidem videtur capitalem quæſtionem, quæ in NEWTONUM, facta fuerit, eſſe utrùm ſint plura quàm duo Colorum genera? Ego quidem opinor quòd hypotheſis, quæ mechanicè & ex motûs naturâ Colores flavum, viridem, & cæruleum explicaret, ad aliorum omnium rationem reddendam

Tranſ. Philoſ 21. Menſ. Julii An. 1673. Num. 96. pag 6086.

Num. 96. reddendam sufficeret, eò quod hi, si tantùm magis obscuri & saturi fiant, progignunt, ( ut constat ex HOOKII Prismate, ) rubeum & viridem obscuros aut saturos; ceteri verò Colores omnes ex hisce quatuor componi possunt. Neque perspicio, cur NEWTONUS duobus Coloribus flavo & cæruleo contentus non sit; quandoquidem inventu multò facilior est hypothesis aliqua à motu pendens quæ explicet hæc duo discrimina, quàm altera quæ tot diversitatum rationem reddat, quot sunt alii Colores. Neque, donec ejuscemodi hypothesin commentus fuerit, dici poterit nobis illum ostendisse quid sit illud, in quo Colorum natura & discrimen sita sunt, sed solùm *Accidens* hoc, ( sanè magni faciendum, ) videlicet *diversam* eorum *Refrangibilitatem.*

Quòd dicitur Albedinem constitui à Coloribus omnibus simul commistis, fieri potest, ut flavus & viridis ad eam præstandam fortasse sufficiant; atque ejus rei periculum facere operæ pretium est; & perfici potest experimento, quod NEWTONUS proponit, si nempe muro Cubiculi obscurati excipiantur Colores, quos Prisma exhibet, & Lux eorum reflexa in papyrum projiciatur. Tunc cavendum est ne Colores, qui extremitates occupant, videlicet rubeus atque purpureus, in parietem impingant, in quem mittendi dumtaxat sunt Colores intermedii, flavus nempe, viridis, & cæruleus, quò dispiciatur an non Lux ex hisce solis promanans æquè papyro Albedinem inducat, ac cùm ex omnibus profluebat. Quinimo, lucidior flavi Coloris pars fortassis idem efficere posset; animus est ejus rei periculum instituere cùm primùm opportunitatem nactus fuero, hæc enim suspicio hoc ipso temporis momento primùm in mentem incidit. Interea vides, quòd, si successu hæc experimenta non destituantur, asseri nequit omnes Colores necessariò ad hoc requiri ut Albedo componatur, & quòd valde probabile est, alios omnes esse magis vel minùs saturos Coloris rubei ex cærulei gradus.

Denique,

Denique, quod attinet ad inæquales Radiorum Refractiones in Telescopiorum vitris, certum est, quòd experientia non consentit cum iis, quæ NEWTONUS affirmat. Vides enim imaginem in Cubiculo exhibitam vitro objectivo duodecim pedum adeò distinctam & benè definitam esse, ut fieri non possit eam exoriri à Radiis aberrantibus quinquagesimâ hiatûs parte. Itaque Refrangibilitatum discrimina, (ut antea me tibi dixisse puto,) non semper fortasse sequuntur eandem proportionem dum Radii nunc multùm, nunc parum ad vitri superficiem inclinantur.

---

## ART XIX.

## *Excerptum ex Epistolâ ab* ISAACO NEWTONO *ad Editorem datâ* Cantabrigiæ *A. D. tertium Mensis Aprilis* An. 1673; *in quâ agitur de Colorum numero, de illis omnibus necessariò miscendis, ut Albedo componatur, déque causâ, quâ imago per vitra in obscuratum Cubiculum intromissa tam distincta apparet, quamvis Radii inæqualiter refringantur.*

MIHI videtur, quòd N. non utitur genuinâ ratione perpendendi Colorum naturam, dum illos, qui jam compositi sunt, componere pergit. Potiùs fortasse sibimet ipse satisfecisset, si Lucem, quantùm Arte perficere licet, in Colores resolvisset, ac deinde singulorum horum Colorum proprietates examinâsset; atque postea periculis detegere instituisset quidnam ori-

Transf. Philos. 6. Mens. Octobr. An. 1673. Num. 97. pag. 6108.

Num. 97. retur, si duo, vel plures, vel denique omnes Colores iterum jungerentur; atque tandem, si eos rursum ad hoc segregavisset, ut perspiceret quasnam mutationes secunda conjunctio illis induxisset. Nuper ostendi, quòd Colores omnes ex flavo & cæruleo reipsa nequeunt obtineri, unde consequitur fundamento destitutas esse hypotheses illas, quæ id fieri posse supponunt. Si petatur quinam Colores ex flavo & cæruleo nequeant extundi; respondeo omnes illos, quos primigenios statui; & si contrarium experimentis ostendatur, me in errorem incidisse confitebor. Neque facilius est hypothesim aliquam moliri assumendo duos tantummodo Colores esse primigenios, quàm indefinitam eorum varietatem admittendo; nisi fortè facilius sit supponere corpusculis aut pulsibus æthereis duntaxat inesse duas figuras, magnitudines, & velocitatum aut virium gradus, quàm earum rerum indefinitam varietatem constituere; quæ suppositio sanè foret absurda. Nemo indefinitam fluctuum in Mare, vel arenarum in litore varietatem miratur; quæ si duarum omnino magnitudinum essent, exhiberent phænomenum plane conceptu difficile. Mihi quidem mirum videretur, si diversæ corpusculorum lucidum corpus constituentium partes, quæ supponi debent diversis præditæ figuris, magnitudinibus, & velocitatibus, duo tantùm motionis genera adjacenti medio æthereo imprimerent, aut aliâ quâcunque ratione duo solummodo Radiorum genera sufficerent. Sed, extra propositum meum est perpendere quo pacto Colores per hypotheses explicari possint. Quinimo neque mihi animus est ostendere in quo versetur Colorum natura atque discrimen; sed tantùm commonstrare, quòd illi *de facto* sunt primigeniæ & immutabiles qualitates Radiorum illos exhibentium; aliisque relinquere curam harum Qualitatum naturam atque discrimen per mechanicas hypotheses explanandi; quod negotium non difficile reor. Non tamen hæc intelligi vellem, quasi totum Colorum discrimen positum esset in *diversâ* horum Radiorum *Refrangibilitate*; etenim *diversa Refrangibilitas* hac unâ ratione illorum productioni conducit, quòd Radios, quorum sunt qualitates, disjungit. Hinc sequitur, quòd iidem Radii eosdem exhi-

exhibent Colores, quando aliis modis separati sunt, ut eorum *diversâ Reflexibilitate*, de quâ qualitate nihil hactenus dictum fuit.

NEWTONI Responsio ad superior. Epistol.

Deinde N. ostendere conatur, quòd, ad hoc ut Albedo componatur, non omnes Colores necessariò miscendi sunt. At, si misceantur flavus, viridis, & cæruleus, sine rubeo & purpureo, ut ille ad hoc ipsum proponit, habebitur non Albedo, sed Viriditas; & fulgentissimæ flavi Coloris partes nullum alium Colorem, nisi flavum, subministrabunt, si experimentum instituatur in Cubiculo benè obscurato, ut opus est; quia Lux colorata valde Refractione debilitatur, & ideo fit aptior, quæ à quâvis aliâ vagâ Luce sese illi permiscente diluatur. Veruntamen adest unum aut alterum experimentum nuper memoratum, quibus apparet me Albedinem elicuisse ex duobus tantummodò Coloribus, & quidem pluribus modis; ut ex aureo & cæruleo saturo; ex rubeo & cæruleo diluto; ex flavo & purpureo, & ex aliis intermediorum Colorum paribus. Experimentum magis accomodatum ad id perficiendum est cùm unius Prismatis Colores mittuntur aptâ quadam ratione super Colores alterius Prismatis. Sed non video hinc sequi, quòd N. contendit. Siquidem duo Colores illi ex aliis compositi erant; & idcircò Albedo inde exsurgens, (si propriè loqui velimus,) ex illis omnibus composita erat, & ex duobus tantùm secundò composita. Exempli gratiâ, Color aureus compositus erat ex rubeo, aureo, flavo, & aliquo viridi; cæruleus ex purpureo, cæruleo saturo, cæruleo diluto, & aliquo viridi, cum omnibus eorum intermediis gradibus; unde patet, quòd aureus & cæruleus simul conficiebant omnium Colorum congeriem, quibus Albedo constituitur. Sic, si quis pulveres rubrum, aureum, & flavum misceat ad componendum aliquem aureum; & viridem, cæruleum atque purpureum ad conficiendum aliquem cæruleum; & denique has misturas permisceat ad obtinendum Colorem cinereum; hic cinereus, quamvis secundò compositus ex duabus dumtaxat misturis, tamen ex omnibus sex pulveribus non minùs componitur, quàm si pulveres isti uno eodémque tempore omnes permisti fuissent.

Num. 97. Hæc adeò sunt plana, ut nullum superesse posse scrupulum mihi habeam persuasum, iis præsertim, qui norunt quo pacto sit investigandum utrùm Colores sint simplices vel compositi, & ex quibus Coloribus constent; quod, cùm alio loco fuerit explicatum, hìc repetere necessarium non-duco. Quapropter, si N. vult aliquid evincere, illi ostendendum est quomodo liceat Albedinem conficere ex duobus Coloribus simplicibus; quod cùm ostenderit, tunc ei dicam quare nihil inde conficere potest. Sed, nullum, credo, ejuscemodi experimentum inveniri potest, nam, quantùm memini, olim periculum feci miscens, ordine, omnia simplicium Colorum paria; &, licèt harum mistūrarum nonnullæ, essent dilutæ, & propiùs, quàm aliæ, ab Albedine abessent, nulla tamen verè alba dici poterat. Sed, cùm aliquot Anni jam præterierint, ex quo factum fuit experimentum hoc, non benè satis circumstantiarum memini; quapropter aliis iterum tentandum commendo.

Postremò, si credidissem, quòd imago, quam (exempli causâ) vitrum objectivum duodecim pedum projicit in obscuratum cubiculum, tantùm contra me faceret, eò quòd distincta est, quantùm N. libet affirmare, Theoriam meam in hoc deseruissem, antequam eam proponerem. Nam, quòd hanc difficultatem cogitatione comprehenderim, conjicere potes ex eo, quòd alicubi in meâ primâ Epistolâ, ad hoc ipsum spectans, aio me mirari, quòd Telescopia ad tantam perfectionem perducta sint Refractionibus, quæ tàm extra regulam vagantur. Sed, hanc difficultatem sublaturus, dicam, quòd, quamquam ponam maximam aberrationem, quâ Radius alter ab altero distat, esse circiter quinquagesimam vitri Diametri partem, attamen, maximum spatium, quo distant à punctis in quæ cadere deberent, est solummodo centesima hujus Diametri pars. Præterea Radii, quorum tanta est aberratio, pauci videbuntur, si conferantur cum illorum numero, quibus accuratior Refractio contingit. Quandoquidem Radii, qui cadunt circa vitri meditullium satìs accuratè refringuntur; quod etiam accidit iis, qui, cùm prope perimetrum cadant, præditi sunt mediocri Refrangibilitatis gradu. Supersunt igitur Soli Radii, qui & cadunt circa

circa perimetrum & aut nimiùm aut non satìs refringuntur, qui imaginem, quantùm sensibus percipi valeat, confusam reddant. Qui præterea, adeò debilitantur, eò quòd per magnum spatium dispergantur, ut Lux, quæ cadit in puncta in quæ cadere debet, infinities densitate superet eam, quæ circa illam in orbem diffunditur. Hæc assertio, puto, paradoxa videri potest, tamen certè demonstratione firmari valet. Quinimo, etiamsi Lux, quæ transit per medias vitri partes, tota interciperetur, tamen Lux, quæ superest, ad puncta, ad quæ debet, conveniret infinities densior quàm ad alia loca. Et hoc densitatis excessu fieri potest, opinor, ut Lux quæ cadit in ipso puncto, in quod cadere debet, aut ita prope, ut intervallum Oculorum aciem fugiat, *Sensorium* tantâ vi percellat, ut cum eâ collata, percussio Lucis aberrantis, quæ circa illud in orbem extenditur, satìs fortis non sit ut animadvertatur, sive ut imagini confusionem inducat magis à sensibus discernendam, quàm quæ experientiâ comperitur. NEWTONI Responsio ad superior. Epistol.

Hæc, puto, sufficiunt ad ostendendum quo pacto imago adeò distincta appareat, quamvis unam eandémque legem Refractiones non servent. Quibus si contentus non est N., tentare potest, si libet, quàm distincta sit hæc imago, cùm tota Lens tecta est, præter duo foramina posita utrinque juxta ejus extremitates; &, si, rebus sic stantibus, dignatur metiri latitudinem Colorum hoc pacto exsurgentium ad solaris imaginis extremitates, inveniet fortassis, quòd propiùs accedunt proportioni à me indicatæ, quàm expectat.

## ART. XX.

******************************************

*Responsio ( ad superiorem Epistolam ) ad Editorem data A. D. decimum Mensis Junii An.* 1673. *ab eodem Parisiensi Philosopho, qui nuper dictus fuerat scripsisse Epistolam jam relatam sub* Num. 96. pag. 6086. ( *Transact. Philosophic., & pag.* 359. *hujus*).

Ibidem pag. 6112. QUOD attinet ad solutiones à NEWTONO relatas diluendi causâ difficultates, quæ proposueram in ejus Theoriam de Luce & Coloribus, illis respondere possem, quin & novas difficultates afferre; sed, cùm observaverim, quòd NEWTONUS sententiam suam tuetur multâ cum contentione, disputationem aggredi nolo. Sed, quid sibi voluit, obsecro, cùm dixit, quòd, etiamsi *ostenderim quomodo liceat Albedinem componere ex duobus simplicibus Coloribus, tamen nihil inde conficere possem?* Ast ipse asseruit ad Albedinem constituendam omnes Colores primigenios esse necessarios.

De ratione, quâ conciliat vitrorum convexorum effectum, dum tam accuratè Radios congregant, cum propositionibus, quas ipse statuit de inæquali Refrangibilitate, planè mihi satisfecit. Attamen fateri debet, quòd hæc Radiorum aberratio non est tantùm opticis vitris damnosa, quantùm ipse nobis suadere voluisse videtur, cùm proposuit Specula concava tanquam sola, quibus spes esset perficiendorum Telescopiorum. Optimum quidem est ejus cogitatum, sed Metalli defectu nunquam actu perfici posse videtur, ut formarum conficiendarum difficultas ab usu removet CARTESII *hyperbolas.* Itaque, meâ quidem sententiâ, opera danda

danda est vitris sphæricis, quæ jam de nobis tam bene meruerunt, & quæ majorem adhuc perfectionem suscipere possunt, tum si Telescopiorum longitudo augeatur, tum si vitri ipsius natura corrigatur.

## ART. XXI.



## NEWTONI *ad superiorem Epistolam responsio, quâ dilucidiùs explanatur ejusdem* Theoria de LUCE & COLORIBUS, *& præsertim de Albedine; quâque exponitur spes perficiendorum Telescopiorum ope Reflexionum potiùs quàm Refractionum, quam adhuc habet.*

COLORUM negotio, cùm dixi quòd quando N. ostendisset *quomodo Albedo ex duobus simplicibus Coloribus obtineri possit, ei dicerem quare nihil ex hoc conficere possit*; id mihi volebam, quòd hæc Albedo, (si qua tamen est) non easdem Proprietates haberet ac Albedo illa, ad quam respiciebam cùm *Theoriam* meam describerem, hoc est, ac Albedo, quâ immediata Solis Lux prædita est; quæ passim sensus nostros percellit; & cujus hucusque phænomena consideraveram. Et quòd hæc proprietatum diversitas evinceret duas has Albedines esse diversæ naturæ: ita ut isthæc Albedinis generatio non modò meæ Theoriæ non adversaretur, quin etiam illam potiùs illustraret atque confirmaret; cùm ex discrimine, quod inter hanc & alias Albedines intercedit, liqueret alias non, ut hanc, duobus tantùm Coloribus componi. Quâ de causâ si N. aliquid probare vult, necesse est ut ex duobus primigeniis NEWTONI Responsio ad super. Epistol.

Num. 96. geniis Coloribus Albedinem extundat, quæ non solùm Oculo nudo ceteris Albedinibus similis videatur, sed etiam cum illis in omnibus aliis proprietatibus conveniat.

Ut autem intelligatur quænam discrepantia inter ejuscemodi Albedinem & alias intersit, & quo pacto hinc sequatur alias esse aliter compositas, hanc Thesin supponam.

*Compositus aliquis Color resolvi nequit in plures simplices Colores, quàm quibus est compositus.*

Id videtur evidens per se ipsum, & periculum feci pluribus TAB. II. rationibus, & hâc præcipuè. Sit (*Fig.* 10.,) $\alpha$ oblongum albæ papyri frustum latum pollicis triente aut quadrante, circiter, & irradiatum in obscuro Cubiculo duobus Coloribus commistis, quos duo Prismata in illud injiciunt; hi Colores sint, exempli gratiâ, satur cæruleus & coccineus, quorum quilibet esse debet, quantùm commodè fieri potest, simplicissimus; deinde ab illâ papyro digressus satìs magno intervallo, puta, octodecim aut viginti quatuor pedibus, eam intuere per vitreum vel crystallinum Prisma triangulare atque perspicuum papyro parallelè positum; atque dispicies duos Colores à se mutuò remotos tanquam duas papyri imagines, ut delineatæ sunt in $\beta$ & $\gamma$: hìc autem $\beta$ coccineum Colorem, & $\gamma$ cæruleum repræsentat; neque interest viridis aliúsve Color quicunque.

Nunc ex jam posita thesi hæc duo colligo.

Primò, quòd, si reperiri potest aliqua ratio componendæ Albedinis ex duobus tantùm Coloribus simplicibus, hæc Albedo iterum resolvi non poterit in plures, quàm in duos.

Secundò, quòd, si aliæ Albedines, ut ea quâ prædita est solaris Lux, &c., resolvi possunt in plures, quàm in duos Colores simplices, (ut posse experientiâ comperio,) eæ compositæ debent esse ex pluribus, quàm ex duobus.

Ut hæc planiora fiant, sit A (*vide eandem Fig.* 10.) album corpus illuminatum à directo Radio Solis in obscurum Cubiculum per angustum foramen intromisso; & sit $\alpha$ aliud simile corpus irradiatum à duobus Coloribus simplicibus commistis, qui, (si fieri potest, illi album Colorem omnino similem Colori ipsius

A

A inducant: deinde à ſatis magno intervallo reſpice per Priſma utramque hanc Albedinem; atque A quidem diſpicies mutatam in ſeriem cunctorum Colorum, rubei, flavi, viridis, cærulei, purpurei, cum intermediis eorum gradibus ordine ſibi ſuccedentibus ex B in C. Sed $\alpha$, juxta memoratum experimentum, in duos Colores illos, ex quibus compoſita fuerat, & eos quidem non conterminos, ut Colores qui ſunt in B C, ſed inter ſe diſſitos, ut ad $\beta$ & $\gamma$, propter inæqualem Refrangibilitatem Radiorum, ad quos pertinent. Atque hoc pacto, duabus hiſce Albedinibus collatis, manifeſtum erit eas eſſe diverſimodè conſtitutas, & A ex pluribus, quàm $\alpha$, Coloribus conſtare. Ita ut opinio, pro quâ pugnat N., acceſſione novi generis Albedinis potiùs Theoriam meam promoveat, quàm contra eam faciat. Sed nullam hujuſce Albedinis componendæ ſpem video.

NEWTONI Reſponſio ad ſuperior. Epiſtol.

De eo, quod dicit N., *quòd*, ſcilicet, *ego meam doctrinam non ſine contentione tueor*, fateor aliquantiſper mihi injucundum eſſe eaſdem offendere objectiones quibus antea reſponderam, nullâ adjectâ ratione, cur meæ reſponſiones non ſufficiant. Illæ totæ ad id ſpectabant, ut oſtenderent alios exiſtere ſimplices Colores præter cæruleum flavúmque. Exemplum attuleram ſimplicem vel homogeneum viridem, qualis confici nequit miſtione cærulei & flavi, ſive aliorum Colorum quorumlibet. Pariter demonſtraveram, cur, etiamſi Colores omnes ex duobus componere liceret, non tamen inde ſequeretur hoſce duos eſſe ſolos Colores primigenios. Cujus aſſertionis rationes compares, obſecro, cum iis, quæ nunc de Albedine dicta ſunt. Item, quòd omnes Colores neceſſariò requirantur, ut Albedo componatur, conſtare poteſt ex illo experimento, in quo affirmavi, quòd, ſi quis Color prope Lentem intercipiatur, Albedo, (quæ ex illis omnibus exſurgebat,) in eum Colorem, qui componitur ex reliquis, mutabitur.

Nihilominus, quia nonnulla malè accepta fuiſſe videntur, quid de hoc argumento ſentiam ſequenti methodo paulò magis aperire conabor.

Num. 96.

## DEFINITIONES

### Defin. I.

Lucem homogeneam, ex partibus ſimilibus conſtantem, aut uniformem eam appello, cujus Radii ſunt æqualiter refrangibiles.

### Defin. II.

Heterogeneam autem illam, cujus Radii ſunt inæqualiter refrangibiles.

### Scholium.

Tres ſunt Lucis affectiones, quibus Radios diſcrepare deprehendi, videlicet *Refrangibilitas*, *Reflexibilitas*, & *Color*; qui autem Radii Refrangibilitate congruunt, congruunt etiam duabus aliis affectionibus, & idcircò bene vocari poſſunt homogenei, præcipuè cùm paſſim illa homogenea dicere ſoleamus, quæ talia ſunt qualitatibus, quas dignoſcere valemus, quàmlibet aliis qualitatibus, ad quas cognitio noſtra ſe non extendit, ſint fortaſſis aliquatenus heterogenea.

### Defin. III.

Colores ſimplices vel homogeneos illos voco, qui ab homogeneâ Luce miniſtrantur.

### Defin. IV.

Compoſitos verò vel heterogeneos illos, qui ab heterogeneâ Luce exhibentur.

Defin.

DEFIN. V.

NEWTONI Responsio ad superior. Epistol.

Diversos Colores nuncupo non modò eminentissima eorum genera, nempe rubeum, flavum, viridem, cæruleum, purpureum, sed etiam omnes alios tenuissimos gradus; prorsus ut in Musicis non tantummodò gradus eminentissimi, sed omnes quoque minimi pro diversis Sonis habentur.

## *PROPOSITIONES.*

PROPOS. I.

*Lux Solis constat ex Radiis, qui indefinitis Refrangibilitatis gradibus discrepant.*

PROPOS. II.

*Radii, qui Refrangibilitate differunt, postquam disjuncti sunt, proportionaliter discrepant Coloribus, quos exhibent.*

Hæ duæ *Propositiones* facti sunt.

PROPOS. III.

*Tot sunt simplices aut homogenei Colores, quot Refrangibilitatis gradus.*

Siquidem ad singulos Refrangibilitatis gradus pertinent diversi Colores, (*per Propos. II.*,) & horum Colorum quisque simplex est, (*per Defin. I.*, *&* *III.*).

PROPOS. IV.

*Albedo, quæ omnino & in totum similis sit illi, quâ prædita sunt immediata Solis Lux, & ea quæ sensibus nostris percipi solent, componi nequit ex duobus tantummodò Coloribus simplicibus.*

 Etenim

Num. 96. Etenim, ejuſcemodi compoſitio conſtabit ex Radiis duos dumtaxat Refrangibilitatis gradus habentibus, (*per Defin I.*, & *III.*;) quâ de cauſâ ſimilis eſſe non poteſt ei, quæ Solis Lucem conſtituit, (*per Propoſ. I.*;) neque, ob eandem rationem, ei quæ ineſt rebus albis, quas diſpicere ſolemus.

### P R O P O S. V.

*Albedo, quæ omnino & in totum ſimilis ſit illi, quâ prædita eſt immediata Solis Lux, componi nequit ex ſimplicibus Coloribus, niſi adſit indefinita eorum varietas.*

Nam, ut talis exoriatur compoſitio, requiruntur Radii præditi indefinitis Refrangibilitatis gradibus, (*per Propoſ. I.*;) hi verò ſecum trahunt totidem Colores ſimplices, (*per Definit. I.* & *III.*, atque *Propoſ. II.*, ac *III.*)

Ut iſthæc aliquantò planiora fiant, affero etiam Propoſitiones ſequentes.

### P R O P O S. VI.

*Radii Lucis in ſe viciſſim non agunt, dum per idem medium tranſeunt.*

Conſtat ex nonnullis ſuperioribus locis, & ulteriorem probationem admittit.

### P R O P O S. VII.

*Radii Lucis nullam, dum refringuntur, Qualitatum mutationem patiuntur.*

### P R O P O S. VIII.

*Neque poſtea ex adjacente quieto medio.*

Hæ duæ Propoſitiones manifeſtæ ſunt *de facto* in homogeneâ Luce, cujus neque Color neque Refrangibilitas ullo pacto poſſunt mutari ſive per Refractionem ſive per quieſcentis medii termi-

terminationem. Sed, quod attinet ad Lucem heterogeneam, quoniam ea nihil est nisi congeries plurium generum Lucis homogeneæ, cujus quodlibet genus non magis immutatur, quàm si solum esset, quia Radii in se vicissim non agunt, (*per Propos. VI.*,) sequitur, quòd congeries ipsa nullam mutationem pati possit. NEWTONI Responsio ad superior. Epist.

Duas istas Propositiones meliùs evincere singillatim licet experimentis nimis longis, quàm quæ hìc describantur.

PROPOS. IX.

*Nullus homogeneus Color Refractione potest è Luce excudi, qui antea permistus in eâ non fuerit.*

Siquidem, (*per Propos. VII.*, & *VIII.*,) Refractione Radiorum qualitates non immutantur, sed solummodò dissociantur, ope diversæ Refrangibilitatis, illi, qui diversis qualitatibus præditi sunt.

PROPOS. X.

*Solis Lux est congeries constans ex indefinitâ homogeneorum Colorum varietate.*

Constat ex Propositionibus I., III., & IX.

Hinc est, quòd homogeneos Colores etiam primigenios appellavi.

Et hæc quidem de Coloribus dicta sint satìs.

Libuit N. innuere, quòd Radiorum aberrationes, ortæ ab inæqualibus eorum Refrangibilitatibus, neque tantæ sunt, neque adeò vitris damnosæ, quantùm velle videor ut credantur esse, dum concava Specula, tanquam unicas perficiendorum Telescopiorum spes propono. Sed calamum arripere dignetur, & conferre aberrationes genitas à vitro cum iis, quæ generantur à speculo Radios ad idem, ac vitrum, intervallum colligente; atque perspiciet quàm hallucinatus sit, & quòd extra rectam rationem, (ut arbitratur,) non sum divagatus, cùm Reflectiones Refractionibus antetuli. Difficultates, quas offendi ait, dum rem actu per-

ficere volumus, novi ſummas eas eſſe, & rationibus, quibus negotium hoc tentatum fuit, inextricabile puto. Sed eſt alia ratio, quam ſuperiùs innui, & quâ à veriſimile non alienum reor poſſe in majoribus Teleſcopiis confici, quæ ipſe in minoribus perfeci, ſed non ſine diligentiâ majore, & curâ atque arte ſubtiliore, quàm quæ vulgò ſoleant adhiberi.

---

ART. XXII.



# FRANCISCI LINI

## *Doctiſſimi Viri Epiſtola ad Amicum* Londini *degentem, quâ continentur nonnullæ Animadverſiones in* ISAACI NEWTONI Theoriam *de* LUCE *&* COLORIBUS *nuper editam in his Tractatibus.*

*HONORATE DOMINE.*

Tranſ. Phil. 15. Menſ. Jan. An. 16 74/75 Num. 110. pag. 217.

CUM noverim te ſemper humanè accipere ejuſmodi naturæ ſcripta, qualis hoc eſt, à quocunque demum veniant, me non malè facturum arbitror, ſi, quanquam tibi non notus, narravero, quòd, cùm nuper philoſophicas Tranſactiones pervolverem, ut perſpicerem ſiquid in iis reperire poſſem, quod faceret ad commentatiunculam quandam de Opticâ, quæ mihi præ manibus eſt, incidi in Epiſtolam ISAACI NEWTONI Mathematum Profeſſoris in Univerſitate Cantabrigienſi, in quâ loquitur de experimento, quod fecit per exiguum foramen admittens in obſcurum Cubiculum Lucis Radium, qui per vitreum Priſma tranſmeans, & ad oppoſitum parietem perveniens, ibi pingit *Spectrum* diverſis

FRANC. LINI. Animadverſ in NEWTONI Theoriam.

diverſis Coloribus variegatum, & cujus longitudo multò latitudine major eſt; cùm tamen, ſecundùm receptas Refractionum leges, potiùs formam circularem aſſumere debuiſſet. Quo experimento innixus, vitioſas reputat has vulgares Refractionum leges, novámque ſuam Lucis Theoriam conſtituit diverſis Radiis diverſam Refrangibilitatem tribuens, nullâ habitâ ad Angulum Incidentiæ ratione &c.

Equidem, Domine, nullum mihi reſtat dubium de hiſce, quæ Doctiſſimus Auctor affirmat; & ipſe, rebus eodem pacto diſpoſitis, obſervavi diſcrimen illud, quod inter Spectri colorati longitudinem & latitudinem intercedit; ſed nunquam id perſpicere licuit quando prope Solem Cœlum erat ſerenum & à nubibus immune: ſed hæc inæqualitas inter longitudinem atque latitudinem tum ſolummodo apparebat, cùm aut Sol per albam nubem translucebat, aut nonnullas proximas nubes illuſtrabat. Tunc autem ſanè mirandum non eſt, ſi memoratum Spectrum magis in longitudinem quàm in latitudinem extendebatur; nubes etenim ſic illuminatæ, quod ad Colores attinet, ſimiles erant magno cuidam Soli, & ad foramen multò majorem interſectionis angulum faciebant, quàm veri Radii ſolares; & idcirco totam Priſmatis longitudinem irradiare poterant, & non exiguam dumtaxat ejus partem, quam illuſtratam videmus à veris Radiis ſolaribus per idem parvum foramen tranſeuntibus. Idem perſpicimus etiam in veris Solis Radiis, cùm totum Priſma illuminant; etenim, quamvis, ubi Cœlum eſt ſerenum, Radii ſolares tranſmiſſi per tenue foramen nunquam efficiant Spectrum magis longum quàm latum, quandoquidem exiguam tantummodo Priſmatis partem occupant; attamen, ſi foramen ita augetur ut totum Priſma à Solis Radiis illuſtretur, illicò diſpicies Spectri longitudinem non parum latitudinem excedere; qui exceſſus ſemper eò major erit, quò magis Priſmatis longitudo latitudinem ſuperat. Hinc deduco, quòd Spectrum, à docto Auctore viſum magis longum, quàm latum, effectum non erat à veris Radiis ſolaribus, ſed ab iis, qui ab aliquâ fulgente Luce profluebant, ut dictum fuit; quapropter, quòd *Lucis Theoria* hoc *experimento* innixa ſtare non poteſt.

Qua

Num. 110. Quæ hìc dicta sunt hac unâ egent confirmatione; mero experimento, quod quilibet statim instituere potest; neque ego hac occasione periculum istud feci, sed ferè elapsi sunt triginta Anni, ex quo illud unà cum pluribus aliis experimentis ad Lucem pertinentibus ostendi dignissimo experimentalis Philosophiæ Promotori KENELMO DYGBÆO, cùm, huc profectus ut Spadensibus aquis uteretur, sese nonnunquam in meum Cubiculum obscuratum (*Leodii*) reciperet, ut videret varia Lucis phænomena effecta diversis Refractionibus & Reflexionibus, observationes in illa faciens; quâ arte si usus esset NEWTONUS, cùm memoratam inæqualitatem, quâ differt hujus Spectri colorati longitudo ab ejusdem latitudine, explicare conatus est, nunquam opus hoc, quod perfici nequit, suscepisset.

Superest, honoratissime Domine, ut te certiorem facias, quòd res à mente meâ prorsus aliena accideret, si error, de quo hìc verba feci, labeculam aliquam doctissimi hujus Viri famæ adspergeret. Egomet ipse in errorem eundem potuissem incidere, si, cum primùm periculum illud institui, Sol albâ nube fuisset involutus, ut illi accidisse videtur. Quapropter, tibi negotium ulteriùs facessere desinens, me declaro.

Tibi obsequentissimum

A. D. 6. Octob. 1674.

FRANCISCUM LINUM.

ART.

## ART. XXIII.



# *Responsio ad superiorem Epistolam.*

LITTERÆ, quas ad me dandas censuisti complectentes animadversiones quasdam in NEWTONI Theoriam de Luce, & Coloribus innixam experimento illi, quo Solis Radius per exiguum foramen in obscurum Cubiculum inmittitur, nullà alià responsione videntur egere præter hanc, quòd nempe tibi libeat considerare Schema additum secundæ NEWTONI responsioni ad Patrem PARDIES; & pro certo habere, quòd experimentum, quale ibi delineatum est, institutum fuit die sereno; & Prisma positum, quam-maxime fieri potuit, prope fenestræ foramen, ita ut nullus Luci locus superesset ad divaricandum; atque quòd imago colorata, hinc exorta, non erat parallela, (ut conjicis,) sed ad Axem Prismatis transversa. Ibidem. pag. 219.

## ART. XXIV.



### *Epistola* FRANCISCI LINI *ad Editorem data* Leodii *A. D. vicesimum quintum Mensis Februarii* An. 1675. st. n., *quâ reponitur litteris editis sub* Num. 110. *continentibus responsionem ad primam ejusdem* LINI *Epistolam de* ISAACI NEWTONI Theoriâ de LUCE & COLORIBUS.

*HONORATISSIME DOMINE.*

Transf. Philos 24. Mens Jan. An. $167\frac{5}{6}$. Num. 121. pag. 499.

IN litteris ad me datis A. D. decimum septimum Mensis Decembris, & mihi redditis tantùm circa Januarii finem, ais mihi pro certo habendum esse, *primò*, quòd dies erat serenus cùm periculum initum fuerat; *secundò*, quòd Prisma ita propè foramen attingebat, ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuisset; *tertiò*, quòd imago non, (ut ego conjeceram,) parallela erat ad Prismatis Axem, sed transversa.

Fateor, Domine, quòd assertiones istæ, si admittantur, omnino destruunt, quod dixeram, NEWTONUM scilicet à fulgidâ nube fuisse deceptum. Sed si eas comparemus primæ hujus experimenti enarrationi ab ipso NEWTONO scriptæ, evidenter constabit illas admitti non posse, utpote frontibus adversis pugnantes cum iis, quæ in illâ narratione traduntur. Etenim ibi habetur, quòd *extremitates imaginis coloratæ, quæ in oppositum parietem dispiciebatur, & cujus longitudo, quinquies, præterpropter, latitudine major erat, videbantur semicirculares.* Attamen

men istæ *semicirculares extremitates* nunquam apparent die sereno, quemadmodum ostendit experientia. Hinc sequitur, quòd, contra *primam* assertionem, periculum factum non fuit die sereno. Sed hæ semicirculares extremitates nunquam videntur, cùm Prisma omnino prope foramen positum est; quod opponitur *secundæ* assertioni. Pariter nunquam dispiciuntur, quando imago transversa est ad longitudinem Axis Prismatis, quòd directò obversatur *tertiæ* assertioni. Si verò, cùm res aliquo ex tribus hisce modis se habent, imago adeò magis longa est, quàm lata, (quod facilè fieri potest aliquantisper convertendo Prisma circa suum Axem) ut longitudo ferè quinquies latitudine major sit, tunc altera imaginis extremitas figuram induet acuti Coni sive Pyramidis similis flammæ è Candelâ promananti, altera autem Coni paulò obtusioris, quarum figurarum utraque longè abest ut semicircularis videatur. Sed, si imago excuditur cùm Cœlum serenum non est, sed fulgentibus nubibus obductum, & si Prisma non ponitur propè foramen, sed commodo intervallo dissitum ab illo, (ut positum vides in Schemate experimenti N. 84. *pag.* 4091 *, Transf. Phil. at *pag.* 320. hujus,) tunc hæ semicirculares extremitates semper apparent, & imaginis latera sunt rectilinea, ad amussim secundùm NEWTONI descriptionem. Neque tamen longitudo imaginis transversa est ad Prismatis Axem, sed parallela. Unde manifestò conficitur, quòd neque experimentum factum fuit die sereno, neque Prisma situm ad foramen ipsum, neque tandem imago transversa: sed per fulgentem nubem; & imagine existente parallelâ, (ut ego conjeceram;) & spero te ipsum nunc fassurum, quòd optimo jure conjecturam hanc feceram, quandoquidem tam bene cum narratione convenit. Quod etiam tibi monstrabitur ab experientiâ, si libeat periculum facere, ut factum fuit in obscuro Cubiculo, & observare discrepantiam, quæ inter imaginem effictam per fulgentem nubem, & eam, quæ sufficitur ab immediatis Solis Radiis, interest; nam, illam semper parallelam & extremitatibus semicircularibus definitam comperies; hanc verò transversam terminatámque extremitatibus pyramidalibus, ut supra dictum fuit, quandocunque magis longa quàm lata apparebit.

FRANCISCI LINI Repositio ad superior respons.

* *Transf. Phil.*, & pag. 320. hujus.

Num. 121. Sed & alia deducere licet ex eâdem narratione, quibus imaginem non transversam fuisse demonstretur. Si enim transversa fuisset, NEWTONUS in *Opticis* tam versatus, admiratione captus non fuisset, (ut se fuisse testatur,) videns ejus longitudinem tantò latitudinem superare; quod est phænomenum obvium, & quod facilè per vulgares Refractionum leges explicetur. Etiam locus ille, (in quo dicit, quòd in hoc experimento Refractiones Radiorum incidentium æquales erant Refractionibus Radiorum emergentium,) rursus evincit quòd memorata oblonga imago erat non transversa sed parallela. Nam, fieri non potest, ut imaginis transversæ longitudo tantò latitudine major sit, quin istæ duæ Refractiones valde fiant inæquales; ut computatio inita secundùm vulgares Refractionum leges, & experientia conspirantes testantur. Quapropter immeritò NEWTONUS Patrem PARDIES incusat (*pag.* 4091. Transactionum, & *pag.* 320. hujus) quasi hallucinatus esset, dum duas hasce Refractiones valdè inæquales (*pag.* 4088. Transactionum, & *pag.* 317. hujus) posuit. Siquidem Vir ille in Opticis eruditus optimè perspexit, quòd die sereno tanta longitudinis & latitudinis disparitas accidere non posset, nisi duæ illæ Refractiones pariter valde dispares fierent. Hi duo loci, inquam, primo addi possent, & ampliore explicatione donari, si opus esset. Quod cùm necesse non sit, te amplius in his detinere desino.

ART.

ART. XXV.



# ISAACI NEWTONI

*Considerationes in ea, quæ superiùs reposita fuerunt, unà cum quibusdam monitis de ratione rectè instituendorum experimentorum controversorum; missæ ad Editorem è* Cantabrigiâ *A. D. decimum tertium Mensis* Novembris *An.* 1675.

*DOMINE.*

Cum à te mihi ostensæ fuerunt secundæ Lini litteræ, meminì me dixisse, quòd responsionem scribere arbitrabar negotium inutile; quandoquidem disputatio non erat de ratiocinio aliquo, sed de bonâ fide meâ in referendo experimento quodam, cujus eventum ille negat futurum, qualis in meâ editâ Epistolâ descriptus est. Hæc autem disputatio verbis dirimi nequit, sed experimento rursus instituto. Ibidem pag. 501.

Intelligere nequeo quidnam Linum fefellerit; sed suspicor illum hoc experimentum non fecisse postquam meam Theoriam legit, sed niti veteribus notionibus, quibus se imbuerat antequam illi injecta fuisset aliqua cogitatio observandi figuram imaginis coloratæ. Quapropter eum rogo, ut, antequam responsiones iteret, semel illud tentet, ut sibi ipse satisfaciat, & quidem hoc pacto.

Accipiat

Num 121. Accipiat aliquod Prisma, & illud ita collocet ut Axis ejus angulos rectos cum Radiis solaribus constituat, & in hoc situ illud ponat, quam-maximè poterit, prope foramen, per quod Sol obscurum Cubiculum irradiat, quod foramen Pisi crassitiem, circiter, habere debet. Deinde lentè Prisma circa Axem suum convertat, & videbit Colores moveri per oppositum parietem, principio quidem illum locum versùs, ad quem ferretur directa Solis linea si Prisma abesset, deinde verò retroversùm. Quando Colores sunt ad amussim inter hasce duas oppositas motiones, hoc est, quando sunt quam-proximi loco, ad quem directi solares Radii tendunt, tunc Prisma immotum detineat; tunc enim Radii æqualiter ab utroque Prismatis latere refringuntur. Prismate hunc situm occupante, Colorum figuram observet, quam comperiet, non rotundam, ut contendit, sed oblongam, & quidem eò magis oblongam, quò major est ille Prismatis angulus, quem reflectentia plana comprehendunt, quóque remotior à Prismate est paries, in quem Colores incidunt; Colores autem rubeus, flavus, viridis, cæruleus, purpureus, ordine dispositi, ab altero figuræ latere aliud versùs non tendunt, ut secundùm LINI conjecturam, sed ab unâ ad alteram extremitatem; & longitudo figuræ ad Prismatis Axem parallela non est, sed transversa. Hoc pacto ego experimentum institui, quod felicem successum non sortietur, nisi dies serenus sit, & nisi Prisma positum sit ad foramen ipsum, aut saltem adeò prope illud, ut Solis Lux, quæ per foramen transjicitur, per Prisma etiam ita transmeare possit, ut sub rotundâ formâ appareat, si papyro, statim ac Prisma transgressa est, intercipiatur.

Cùm hoc periculum fecerit LINUS, ulteriùs, quæso, transire dignetur, & illud instituat, quod appello *experimentum Crucis*. Quando enim hæc tentaverit, (quæ cùm neget, perspicio eum illa non tentâsse, ut erant tentanda,) arbitror quòd animus ejus expletus erit.

Memini, quòd, post tres aut quatuor dies, ex quo mihi copiam fecisti legendæ secundæ Epistolæ à LINO scriptæ, eâ de causâ ostendî primum ex his duobus experimentis nobili illi Viro, quo

quocum eram tum cùm tu me, ob idipsum, visum venisti; dum verò huic experimentum istud ostenderem, venit A. H. (Regiæ Societatis Membrum) cui pariter illud monstravi. Et meminisse potes, quòd R. H. ante hos duos aut tres annos, in litteris lectis coram Regiâ Societate atque ad me missis, testimonium dixit tum pro hoc ipso experimento quod LINUS in dubium revocat, tum pro omnibus illis, quæ continentur in meâ primâ de *Coloribus* Epistolâ, ut de experimentis quæ ipse fecerat; & cùm LINI litteras legisti in ejusdem Societatis consessu, & dignatus es rogare ut hæc experimenta coram Societate iterarentur, R. H. de illis verba fecit tanquam de rebus in controversiam non revocandis. Sed si nondum coram illâ fuerunt instituta, & Sociorum aliquis, homo LINO certus ac fidus, de iis dubitat, me ad nutum hæc experimenta ostensurum polliceor, ubi adeò felix ero, ut sæpius Regiæ Societatis consessibus adesse possim; neque rem intricatam futuram spero, siquidem perfici possunt, (quanquam non tam bene,) etiam Cubiculo non obscuro, & uno horulæ octante. Licèt, si LINUS ea negare pergit, optarem ut fierent antequam opportunitas ferat ut apud eos sim.

NEWTONI Confiderat. in superiora.

ART.

## ART. XXVI.

******************************************

*Excerptum ex Epiſtolâ* GASCOINII *ex* LINI *nuper mortui Diſcipulis ad Editorem datâ A. D. decimum quintum Menſis Decembris An.* 1675. Leodii, *in quâ continentur ſequentia verba, ad quæ ſpectare videtur ſequens* NEWTONI *Epiſtola, quocum fuerunt communicata.*

Ibidem pag. 503. *marg.*

SÆPIUS experimentum memoratum tentavit LINUS, (nuper mortuus,) & plures ad illud videndum appellavit, & non ægrè oſtendit omnibus illis, qui, aut fortè in ejus Cubiculum venerunt dum illud conficeret, aut vel minimum illius perſpiciendi deſiderium teſtati ſunt; ita ut, quod ad experimentum attinet, hinc NEWTONO, nobis inde par ſit confidentia, quibus planè perſuaſum eſt, quòd difficilè ſtabit NEWTONI experimentum, niſi fortè diverſa ponendi Priſmatis ratio, aut foraminis amplitudo, aut aliqua ſimilis circunſtantia pariat diſcrimen, quod inter nos intercedit.

ART.

## ART. XXVII.

***********************************************

### *Excerptum ex alterâ Epiſtolâ à* NEWTONO *ad Editorem datâ A. D. decimum Menſis Januarii, An.* $1675/6$, *ubi de eodem argumento agitur.*

EX GASCOINII litteris ſuſpicari quis poſſet LINUM experimentum inſtituiſſe aliâ, ac ego, ratione; quapropter expectabo donec ab ejus Amicis factum fuerit eo modo, quo nuper faciendum eſſe ſignificavi. Ad quod experimentum perficiendum prodeſſe poterit ſcire quòd Priſma plures imagines miniſtrat. Harum prima eſt oblonga & Coloribus diſtincta, de quâ verba facio; & hæc duabus tantummodò Reflexionibus obtinetur. Altera fit duabus Refractionibus, & unâ intercedente Reflexione; atque ea longa eſt ac Colorum expers, ſi anguli Priſmatis accuratè ſunt æquales; erit autem Coloribus prædita, ſi anguli ad baſim reflectentem ſint inæquales, & quidem eò magis in eâ Colores apparebunt, quò magis anguli iſti ſint inæquales, ſed etiam eò magis à rotundâ figurâ diſcedet, niſi tamen anguli maximè ſint inæquales. Tertia imago conficitur unicâ Reflexione, & hæc ſemper rotunda & Colorum exſors. Dumtaxat autem timendum eſt ne per errorem *ſecunda* loco *primæ* habeatur. Sed alia tamen ab aliâ diſcerni poteſt, non ſolùm, quia *prima* eſt oblonga vividíſque Coloribus picta, ſed etiam quia altera altero modo movetur. Etenim, dum Priſma ſemper eaſdem partes verſùs circa ſuum Axem convertitur, *ſecunda* & *tertia* celeriter moventur, & ſemper ad eaſdem partes eunt, donec evaneſcant; *prima* verò lentè movetur, & ſemper lentior fit, donec ſtet, deinde regreditur, & Ibidem pag. 556.

Num. 121. retroversùm it semper velociùs, quoùsque evanescat in loco illo, in quo videri cœperat.

Si Cubiculo non obscurato, Prisma statuunt prope ligneam fenestram, in apertâ Solis Luce, ita ut Axis Prismatis rectos augulos cum solaribus Radiis constituat, & deinde Prisma circa Axem suum convolvant, fieri non potest quin primam imaginem conspiciant; quâ inventâ, papyrum bis aut ter in se replicare possunt, illámque circa meditullium perterebrare foramine lato circiter tertiam, aut tres quartas Pollicis partes, & ponere statim ante Prisma, ita ut Sol per foramen hoc in Prisma Radios suos conjiciat; tunc autem, Prismate retento & firmiter fixo in eo situ in quo imaginem stantem & immotam præbet, si imago directè cadit in oppositum parietem sive papyrum à Prismate remotam quindecim vel viginti pedibus, vel etiam ampliùs, imaginem videbunt oblongâ facie, ejúsque extremitatem alteram Color rubeus, alteram purpureus, meditullium autem viridis ad cæruleum vergens occupabunt. Et si Cubiculum, quam-maximè possunt, obscurum reddunt aulæis obductis aut alio quocunque pacto, sic Colores valde conspicuos obtinebunt.

Hæc ita singulatim sum persecutus, ut quicunque tandem, in cujus manibus inciderit Prisma, possit nullâ difficultate & labore, experimentum istud instituere. Quod postquam hoc pacto confecerint Amici Lini, progredi possunt ad illud repetendum in obscuro Cubiculo, cujus lignea fenestra perforata sit. Tunc mittant, quæso, descriptionem in quâ singulatim & perspicuè narrent rationem, quâ illud exsecuti fuerunt. Rem etiam mihi jucundam facerent, si me docere vellent quo pacto Linus hactenus hæc tentavit, ut quid contra me facere possit, animadvertam.

ART.

## ART. XXVIII.

*****************************************

### *Peculiaris reſponſio* ISAACI NEWTONI *ad Epiſtolam* FRANCISCI LINI *editam ſub* Num. 121. *pag.* 499 (*Tranſact.*, *&* *pag.* 378. *hujus*) *de experimento pertinente ad novam* doctrinam de LUCE & COLORIBUS. *Hanc reſponſionem complectebatur Epiſtola ad Editorem data* Cantabrigiæ *A. D. undetriceſimum Menſis Februarii* An. 167$\frac{5}{9}$.

EX LINI Epiſtolâ, cùm eam legiſſem quando tu mihi illam legendam præbuiſti LONDINI, nihil aliud retinere potui, quàm, in genere, LINUM inficiari, quæ ego affirmaveram, quapropter nuper nihil peculiariter aut ſingillatim reponere licuit; ſed cùm illius iterum perlegendæ facultatem in Tranſactionibus habuerim, vidi quòd ille tibi ſuadere vult deſcriptionem experimenti hujus à me ſuffectam neque cum meis editis litteris, neque cum experientiâ conſentire: quapropter, nequis, qui haſce litteras non legerit, ſilentium de hac re meum pro confeſſione accipiat, non extra rem duco nonnulla ad te perſcribere, quibus ad hæc reſpondeam.

Transf. Philoſ. 25. Menſ. Mart An. 1676. Num. 123. pag. 556.

Ait, quòd dum eum certiorem facis, quòd, primò, *dies erat ſerenus cùm periculum in tum fuerat.* Secundò, *quòd Priſma ita prope foramen attingebat, ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuiſſet.* Tertiò, *quòd imago non parallela erat ad Priſmatis*

 *Axem*,

Num. 123. *Axem, sed transversa*; quòd, inquam, *si* assertiones] *has comparemus primæ hujus experimenti enarrationi à* memet-*ipso scriptæ* in Philosophicis Transactionibus Num. 80. pag. 3076., Transact. (& pag. 279. & seq. hujus,) *evidenter constabit illas admitti non posse, utpote frontibus adversis pugnantes cùm iis, quæ in illâ narratione traduntur*. Rationes, quibus innititur, hæ sunt.

*Primò*, quòd ego dixeram, *quòd extremitates imaginis coloratæ videbantur semicirculares, id quod*, dicit ille, *nunquam accidit, cùm res est aliquo ex tribus bisce modis*. Atqui id est me, non contra memetipsum, sed contra experientiam, in pugnam adducere: etenim experimentum ibi describitur tamquam successu gaudens, dum res omnibus illis tribus modis se habent; & etiam nunc affirmare pergo id eventurum esse. Alii experimentum ineant & judicium ferant.

Asserit insuper, *quòd Prisma situm est ad aliquod à foramine intervallum in schemate experimenti Num.* 84. *pag.* 4091. TAB. II. *Transact.*, (& pag. 320. hujus, *Fig.* 7). Sed, quid inde? Schema illud ad demonstrationem pertinet, non ad experimentum, & demonstrationi inservisset etiamsi hoc intervallum vicies majus positum fuisset, quàm est. In schematibus experimenti Num. 80. TAB. I. pag. 3086. Transf. (& pag. 293. hujus, *Fig.* 2.) atque Numeri TAB. II. 82. pag. 5016. Transf. (& pag. 332. hujus, *Fig.* 9.) delineatum est prope foramen, & satis prope in Schemate Num. 83. pag. TAB. II. 4061. Transf. (& pag. 314. hujus, *Fig* 5.)

Sed LINO placet Oculos occludere hisce Figuris, & eligere Figuram demonstrationis, & quidem Figuram, à quâ foramen prorsum abest. Etenim Schema Num. 84. pag. 4091. (*Vide Fi-* TAB. II. *guram* 7.) ejuscemodi est, & in eo tantum non est Radiorum intervallum ad G L, ut foramen, si delineatum esset, ibi poni non potuisset, & eos tamen comprehendere. Sed si statuere volumus foramen ad *x*, ubi Radii sese decussant; nihil tamen inde conficietur, quandoquidem intervallum *x* G, sive *x* L est, circiter, dimidiata latitudo lateris Prismatis ($\frac{1}{2}$ A C) quod, opinor, non æquat vicesimam partem intervalli, quod secundùm ejus conjecturam requiritur.

Tertiò,

Tertiò addit, quòd *alia deducere licet ex eâdem narratione, quibus imaginem non transversam fuisse demonstretur. Si etenim transversa fuisset*, NEWTONUS *in* Opticis *tam versatus admiratione captus non fuisset*, (*ut se fuisse testatur*,) *videns ejus longitudinem tantò latitudinem superare*; *quod est phænomenum obvium, & quod facilè per vulgares Refractionum Leges explicetur*. Sed è contra, potiùs dici potest, quòd, si imago parallela fuisset, nunquam admiratione captus essem, illam videns tantò magis longam quàm latam; est enim phænomenum maximè obvium, & nullâ indigens explicatione. Etenim illi, qui communi sensu non carent, perspicientes totum Prisma, aut ferè totum Radiis illustratum, nonne expectabunt in pariete Lucem eâdem præditam figurâ oblongâ, quam habet dum è Prismate egreditur? Itaque LINUS, dum ratiocinium suum confirmare vult me dicens in Opticis valde peritum, illud destruit. Sed, quoniam dicit *Longitudinem imaginis me nullâ admiratione afficere debuisse, si imago fuisset transversa, cùm id sit valde obvium, & quod facilè per vulgatas Refractionum leges explicetur*. Age, quilibet sumat experimentum integrum, quale à me traditum fuit, hac videlicet Lege, ut *Refractiones ad utrunque Prismatis latus sint æquales*, & inter se conciliare tentet illud & vulgatas Refractionum leges. Contra, hoc fieri non posse inveniet à me demonstratum fuisse in meâ ad Patrem PARDIES responsione Num. 84. pag. 4091. Transf., (& pag. 319. hujus).

NEWTONI Peculiaris ad LINUM responsio.

Denique objicit, quòd *locus ille, in quo* dico *quòd in hoc experimento Refractiones Radiorum emergentium æquales erant Refractionibus Radiorum incidentium*, Num. 80. pag. 3077. Transf., (& pag. 281. hujus,) rursus evincit imaginem oblongam fuisse parallelam. Veruntamen hæc ipsa assertio satis probat me contrarium intellexisse, quia est valde à proposito aliena, cùm accipitur de imagine parallelâ, & valde necessaria, cùm de transversâ. Quapropter quæ subjicit de Patre PARDIES, omittere poterat, præsertim cùm doctus ille Vir orationem meam de transversâ imagine intellexerit, & meis responsionibus acquieverit.

Num.123. Hactenus ad Lini Epistolam respondi. Nunc, ut ejuscemodi suspiciones ab ejus Amicis auferam, si illis non sufficit mea meæ sententiæ declaratio, afferam nonnullos alios locos ex meis litteris, quibus cognoscere possint, quomodo quæ dixi de sæpius memoratis tribus hisce circumstantiis, ab initio fuissent intelligenda.

Quod ad *Diem* pertinet, ubique apertè dixi, quòd experimentum factum fuerat in Luce solari, & in Num. 80. pag. 3077. Transf., (& pag. 281. hujus,) quòd imaginis latitudo, juxta mensuram, Solis Diametro respondebat. Sed, quia me falsum esse contenditur, rogo quomodo experimentum, quale narratum est ubi illud voco *Experimentum Crucis*, perfici possit die nubilo. Si enim *experimentum Crucis*, (cui totus innitor,) factum fuisse nequit die nubilo, extra rem est de die nubilo verba facere in primo experimento, quod tantummodo ad hoc introducit. Quo si contenti non sunt, consulant Transactiones Philosophicas Num. 83. pag. 4060, (& pag. 313. hujus,). Ibi etenim dico quomodo, Lente ad Prisma applicatâ, rectilineæ extremitates oblongæ imaginis fiant magis distinctæ, quàm cùm Lens adhibita non fuerat. Quod accidere nequit, cùm adest fulgens Lini nubes.

Veniamus ad *Prismatis positionem*. Tibi dixi, Num. 80. pag. 3076. Transf., (& pag. 280. hujus,) quòd ego Lucem in obscurum Cubiculum *ingredientem Prismate excepi*, & pag. 3085. Transf., (at pag. 292. hujus,) quòd *lignea fenestra foramine terebratur, & huic foramini aptatur Prisma*; atque paginâ proximâ, quòd *ABC repræsentat Prisma prope foramen F ligneæ fenestræ EG:* & juxta hæc prope foramen in Figurâ delineatum perspicitur. Pariter pag. 3077. Transf., (& pag. 280. hujus,) dico quòd imago *à foramine vel Prismate distabat viginti duobus pedibus*; quod in idem recidit ac si dixissem Prisma, (puta, Prismatis latus foramini propinquius,) æquè distare ab Imagine ac foramen ipsum, & idcirco Prisma & foramen esse quam-proxima. Et pag. 3078. Transf., (& pag. 283. hujus,) ubi pro ligneâ fenestrâ adhibeo asserem solutum, te moneo expressis verbis, quòd asserem *collocavi statim post Prisma.* Omnes hi loci in ipsâ meâ primâ Epistolâ de Coloribus agente leguntur. Quis igitur credere

credere posset, quòd aliquis, qui hanc Epistolam legerit, suspicaretur me Prisma posuisse ad aliquod notabile à foramine intervallum, nedum ad tantum, quantum LINUS supponit.

NEWTONI Peculiaris ad LINUM responsio.

Nunc de *imaginis positione* loquamur. Ea repræsentatur transversa ad Prismatis Axem in Figuris pertinentibus ad Numeros 80. 83. & 85; & Num. 88. pag. 5093, Trans, (& pag. 346. hujus,) ubi utor duobus Prismatibus se decussantibus, dico tibi totidem verbis imaginem ad utrumque transversam fuisse angulo quinque & quadraginta graduum. Item computatio Num. 80. pag. 3077. Transf., (& pag. 280. & seq. hujus, ) intelligi nequit, nisi imago parallela fingatur. Sed neque meæ de diversâ Refrangibilitate notiones alio pacto possunt intelligi. Etenim in LINI suppositione Radii, qui tendunt ad duas imaginis extremitates, æqualiter sunt refracti. Quòd ad Colores spectat, rubeus, juxta meam descriptionem, alterum imaginis extremum occupat, alterum verò cæruleus, quod locum habere nequit nisi in transversâ imagine. Quod etiam demonstrari potest ex iis, quæ narro Num. 80. pag. 3076. Transf., (& pag. 280. hujus,) de oblongâ imagine, quæ in orbicularem mutatur contrariâ secundi Prismatis Refractione, & quæ explanantur in Num. 83. pag. 4061. Transf., (at pag. 314. hujus,). Nam hæc non possunt evenire in parallelâ LINI imagine: quapropter, si ad hæc LINUS animum advertisset, nunquam in hanc cogitationem lapsus esset.

Hæc, arbitror, sufficiunt, ad tres memoratas circumstantias in apricum proferendas; &, harum singulas evicisse satìs est ad scrupulos omnes eruendos. Itaque LINI Amici nullum locum habent verendi, ne monita, quæ nuper iis misi de ratione periculi ineundi, diversa sint ab iis, quæ ipse ab initio secutus sum, neque de ullâ re solliciti debent esse, quàm de experimento rectè conficiendo. Attamen, quoniam GASCOINIO libuit insinuare me mihi non satìs constare dum viam instituendi experimenti monstro, molestum non ducam, omnia quæ de hac re dixi, in certa capita distribuere, & indicare ubi unumquodque caput reperire liceat.

*Primò*,

Num. 123. *Primò*, de Prismate habente angulum sexaginta, aut quinque & sexaginta graduum, circiter, agitur Num. 80. pag. 3077., Transf., (& pag. 281. hujus,) & 3086. Transf. (at 293. hujus.) Si angulus esset sexaginta trium, circiter, graduum, ut illo Prismate, quo me usum dico Num. 80. pag. 3077, (& pag. 281. hujus,) omnia comperirentur ad amussim succedere secundùm descriptionem à me ibi traditam. Si verò esset major vel minor, veluti triginta, quadraginta, quinquaginta, aut septuaginta graduum, Refractiones essent proportionaliter majores vel minores, & idcirco imago longior vel brevior. Si Prisma foret, quamproximè, æquilaterum, (qualia passim esse reor in omnibus regionibus, ut in Britanniâ,) maximus angulus adhibendus est. Sed cavendum, ut ita disponatur Prisma, ut Refractiones fiant à duobus Planis maximum angulum hunc comprehendentibus. Dum nonnulla, quæ sunt in LINI epistolâ, considero ferè eò ducor, ut suspicer illum in hoc errasse, quòd crediderit imaginem æquè longam exorituram ex parvâ Refractione, atque ex magnâ; sed cùm hic error tantus sit, ut in Virum in Opticis versatum cecidisse credi non possit, nihil affirmo, sed hæc tantummodo GASCOINIO indico, ut omnia ponderare possit.

*Secundò*, hoc Prismate parato, ita locandum est, ut ejus Axis rectos angulos cum Radiis constituat, Num. 84. pag. 4091. lin. 18. 19. Transf., (sed pag. 320. lin. 12. 13. hujus). Exiguus error circa hoc, effectum, quod Sensibus nosci possit, non immutat.

*Tertiò*, Prisma sic aptari debet, ut Refractiones, quæ à duobus ejus lateribus fiunt, sint æquales, Num. 80. pag. 3077. Transf. (& pag. 281. hujus,) id quomodo expeditè fieri possit convertendo Prisma circa suum Axem, & immotum illud sistendo, quando imaginem inter duas contrarias motiones stare conspicis. tum explicatur in ultimis meis descriptionibus, tum innuitur in anteriori Numero 80. pag. 3077. lin. 34. 35. 36. Transf. (& pag. 282. lin. 2. 3. 4. hujus). In hoc etiam si parvus error accideret, nocere non posset.

*Quartò*,

*Quartò*, foraminis diametrum ſtatui quartæ pollicis partis, Num. 80. pag. 3077. Tranſ., (ac pag 281. hujus,) prope quod poſui Priſma, & etiam adeò prope ut eſſet contiguum (ibidem). Veruntamen hæc omnia ſollicitè & religioſè ſervare nihil eſt neceſſe. Foramen poteſt eſſe alicujus alterius amplitudinis, & Priſma ad aliquod à foramine intervallum, dummodo res ita ſint diſpoſitæ, ut Lux ſub rotundâ figurâ conſpiciatur, ſi, ſtatim ac à Priſmate egreditur, ad rectos angulos intercipiatur. Sed, neque dies eſt anxiè deligendus. Clariſſimus quiſque optimus eſt; ſed ſi qua nubes adeſſet, non inde multum detrimenti acciperet experimentum, dummodo Sol diſtinctè per nubem eluceret.

NEWTONI Peculiaris ad LINUM reſponſio.

Hiſce hoc pacto diſpoſitis, Lux refracta ad rectos angulos incidens in parietem vel papyrum ad viginti pedum intervallum à Priſmate, aut ampliùs, oblongam habebit faciem, erítque ad Axem Priſmatis tranſverſa, ejúſque extremitatem alteram Color rubeus, alteram verò purpureus tenebunt, atque illius longitudo, quinquies, (plùs aut minùs pro Refractionis quantitate,) latitudine major erit, latera ejuſdem erunt rectilinea, & extremitates confuſæ, ſed quæ ſemicirculares videantur.

Quapropter ſpero futurum, ut LINI Amici non diutiùs in incongruis cogitationibus hæreant, ſed experimentum tentent, ut GASCOINIUS eſt pollicitus. Atque, cùm tibi GASCOINIUS dicat, quòd, *quoniam experimentum ipſum eſt inſolitum & admirandum, & quoniam, præterea, ducit ad nova Optices principia, quæ communibus atque receptis ſunt adverſa, difficile erit de illius veritate perſuadere, donec omnibus ita ſit manifeſtum, ut pudor ſit illud inficias ire:* ſi hoc experimentum tàm inſolitum exiſtimat, poteſt habere privilegium reddendi id adeò manifeſtum, ut pudor ſit illud inficias ire. Etenim audeo affirmare, nullum, poſt ejus teſtimonium, de eo dubitaturum. Neque dubito, quin ad experimentum hoc perficiendum perveniat; eſt enim tam planum atque facile, ut mente complecti nequeam quam viam inierit LINUS, ut aberraret.

Dat. *Cantabrigiæ* ad diem viceſimum nonum Menſis Februarii, Ann. $167\frac{5}{6}$.

## ART. XXIX.

### *Epistola data* Leodii *pertinens ad* NEWTONI *experimentum de* Spectro colorato, *& continens nonnullas exceptiones ad ejus* Theoriam de LUCE & COLORIBUS.

*HONORATISSIME DOMINE.*

Transf. Philosf. 25. Mensf. Sept. An. 1676 Num. 128. pag 692.

CUM GASCOINIUS, acceptis humanissimis litteris tuis datis A. D. duodevicesimum Mensis Januarii, cum novis NEWTONI monitis, careret commodis ad experimentum secundùm memorata monita conficiendum necessariis, me rogavit ut quod illi deest supplerem. Quibus adductus plura tentamina confeci, de quorum exitu te monitum volo, hísque subdam nonnullas exceptiones experimentis innixas in NEWTONI Theoriam de LUCE & COLORIBUS.

Mei Prismatis angulus verticalis erat sexaginta graduum; paries, in quem incidebat coloratum *Spectrum*, à fenestrâ distabat octodecim, circiter, pedibus; diameter foraminis, quo lignea fenestra terebrata erat, non multùm aberat à pollicis quadrante, eámque diametrum, cùm usus fuit, ad medietatem usque redegi, sed eventus, quod ad maximum experimenti momentum spectat, semper idem fuit. Utrumque Prismatis latus, quantùm quidem efficere potui, Refractiones æquales præbebat; quæ idcirco erant graduum octo & quadraginta cum quadraginta minutis, computatâ refractivâ vitri facultate secundùm rationem sinuum ut 2 ad 3. Prisma à fenestræ foramine remotum erat intervallo, circiter, duorum pollicum; Cubiculum autem æquè erat obscurum ac nox obscurissima, cùm scilicet fenestræ foramen erat obstructum.

Quod

Quod ad meorum tentaminum exitum pertinet; semper comperi longitudinem imaginis coloratæ (transversæ ad Prismatis Axem) admodum ejus latitudine majorem, quotiescunque sereno die periculum aggressus sum: cùm verò aliqua nubes fulgida fuit prope Solem, aliquando conspexi imaginem ad amussim, qualem LINUS tibi descripserat, videlicet magis latam quàm longam, præsertim cùm inter Prisma & foramen intervallum magnum intercedebat; quod experimentum cum receptis quoque Refractionum legibus conciliari posse non inficiabitur, puto, NEWTONUS. Et sanè, facilè inter se conciliari possunt, tum duorum horum doctorum Virorum observationes, cùm observationes istæ & Veritas; quandoquidem pro longitudine imaginis (ad Prismatis Axem transversæ) quando diei facies est perquam serena, dumtaxat pugnat NEWTONUS; LINUS autem solummodo contendit majorem esse ejusdem imaginis, ad eundem Axem parallelæ, latitudinem, cùm fulgida nubes Solem obducit. Veruntamen, quòd attinet ad ea, quæ, præterea, tradidit NEWTONUS & oppugnavit LINUS, scilicet, quòd imaginis Coloribus distinctæ longitudo *quinquies* latitudinis diametrum complectebatur; ego quidem nunquam discrepantiam illam triplo diametri majorem inveni, aut, plurimùm, triplo cum dimidio, dum Refractiones ab utroque Prismatis latere æquales conficiebantur. Hactenus de rebus *Facti*.

ANT. LUCAS Exceptiones in NEWTONI THEORIAM de LUCE, &c.

Veniamus nunc ad NEWTONI THEORIAM de LUCE & COLORIBUS. Fateor pulchram seriem acutissimarum & sponte fluentium illationum ab eo contextam mihi fuisse, dum primò sua scripta legi, firmum indicium pro novæ suæ Doctrinæ veritate, cùm antea similem illationum seriem observâssem in naturalibus veritatibus investigandis. Sed, quoniam hactenus non attigit nonnulla experimenta ad Refractionum negotium pertinentia, arbitrabar eorum prosecutionem futuram valde utilem ad meliùs hujus assertionis veritatem detegendam. Etenim, prout novæ huic Theoriæ vel consentanea vel adversa comperiuntur, aut valde illam confirmare, aut prorsus destruere debent. En autem experimenta, quæ ad hoc delegeram.

Num. 128.

I.

Cùm sæpius animadvertissem formam rerum Microscopio perspectarum, (seu potiùs ipsius Microscopii,) in punctum ferè indivisible redigi; hinc arguebam duo perexigua frusta serica, alterum coccineum, alterum purpureum, debere, si juxta-ponerentur, valde inæqualiter distincta apparere in Microscopio, secundùm NEWTONI Theoriam; siquidem dispar Radiorum inde manantium Refrangibilitas efficere debet ut Radii aut species coccinei Coloris occupent Retinam in ipso violaceorum Radiorum Foco positam, & ideo, ut non parum confusè videatur primum frustum, cùm unum & idem coccinei frusti punctum plures Retinæ nervos percellat. Attamen, quamvis sæpius periculum iteraverim, nullam, quod ad hoc spectat, discrepantiam observare mihi licuit.

II.

Secundum experimentum in aquâ feci. Sumpsi regulam æneam, cui plura serica frusta, rubea, flava, viridia, cærulea, atque purpurea illigavi, ac deinde ea posui in imo quadrato vase aquæ pleno, à quo postea recessi, ita ut neque regulam neque frusta Coloribus imbuta videre possem, nisi ope Radiorum refractorum. Jam, intelligebam me, si NEWTONI doctrina esset vera, non visurum omnes memoratos Colores regulámque in unâ eâdémque rectâ lineâ; quia, diversa diversorum Radiorum Refrangibilitas alios magis alios minùs è loco movere debet. Verumtamen re ipsâ, eos in æquè rectâ lineâ, ac ea, in quâ visa fuisset regula nuda, ostenderunt plura tentamina.

III.

Hoc experimentum prosecuturus, alteram Refractionem addidi primæ illi, quam aqua ministrabat, ita disposito meo Prismate, ut ad rectos angulos refractas sericorum frustorum atque regulæ species

ſpecies reciperet; quapropter, dumtaxat emergentes ſpecies Refractionem patiebantur. Sed eventus ſemper idem fuit; ſemper ſerica fruſta Oculo per Priſma reſpicienti in rectâ lineâ apparuerunt.

ANT. LUCAS Exceptiones in NEWTONI THEORIAM de LUCE &c.

IV.

Duabus hiſce Refractionibus tertiam adjunxi Species Coloribus diſtinctas ita obliquato Priſmate excipiens, ut refrangerentur cùm ingredientes, tum emergentes. At res, ut antea, etiam tunc ſucceſſit, illis in rectam lineam diſpoſitis apparentibus.

Quò de experimento certior eſſem, ne fortè præconcepta opinio, inde nata quòd ſerica fruſta in rectâ lineâ jacere noveram, Oculorum judicium perverteret, (quod nonnunquam cùm Oculus de rerum perſpectarum intervallis judicat, accidere obſervaveram,) in Cubiculum advocavi aliquos, quorum nihil hoc intererat quique prorſus ignorabant ubi ſpectaret experimentum illud; cúmque ab iis petiiſſem, nonne viderent regulam & fruſta ſub curvæ lineæ facie, negaverunt.

V.

Deinde periclitatus ſum Colores ſimplices, (ut eos vocat NEWTONUS Propoſ. V., & XIII.,) hac ratione. Duas imagines coloratas ita in parietem projeci, ut coccineus unius Color, & purpureus alterius unam eandémque rectam lineam (Horizonti parallelam) conficerent. Hos poſtea Colores per aliud Priſma ſum intuitus, quos ſemper jacere vidi in eâdem rectâ ad Horizontem parallelâ, in quâ priùs illos Oculo nudo perſpexeram. Atqui, ſecundùm ea, quæ docet NEWTONUS de Refrangibilitate in diverſis Radiis diverſâ, mihi videbatur, quòd Priſmate juxta Oculum poſito magis refringi debebant Radii purpurei quàm cærulei, & quòd idcirco uterque Color in eâdem rectâ ad Horizontem parallelâ reſpici non debebat.

Num. 128.

## VI.

Aliud experimentum feci ad detegenda nonnulla pertinentia ad mirandum imaginis Coloribus diſtinctæ phænomenum, quod ingenioſæ Newtoni Theoriæ de Luce & Coloribus locum dedit æquè ac Teleſcopio & Microſcopio reflectentibus ab eodem egregiè excogitatis. Cùm aliquoties ſuſpicatus fuiſſem non ſolos directos Solis Radios, ſed etiam aliam aliquam extraneam Lucem poſſe *Spectrum* coloratum efficere; me detecturum ſperavi ope macularum ſolarium utrùm vera eſſet iſta ſuſpicio, eas nempe in imaginem quam jam ſæpe appello, introducens Teleſcopio poſt Priſma poſito. Sed, cùm nonnullæ ſuborientes difficultates conatus meos irritos redderent, tandem excogitavi quandam detegendi quod volebam rationem, quam quis faciliùs actu exſequeretur; ut in experimento ſequenti.

Affixi papyrum valde albam, in circulum, (cujus diameter erat unius pollicis,) corrotundatam, meæ ligneæ feneſtræ, quam cùm per Priſma reſpicerem, inveni imaginem coloratam ab illâ in Retinâ meâ depictam ferè omnino ſimilem ei, quam Solis Radii in pariete deſcripſerant, præſertim quando Lux æqualiter erat per totam papyrum diffuſa. Colores quidem hujus imaginis in ordinem ordini Colorum prioris contrarium erant diſpoſiti; quandoquidem coccineus erat altiſſimus, infimus autem purpureus, quanquam languidus. Sed hoc admiratione non affecit me, qui in Oculorum diſſectionibus obſervaveram res aliter in Retinâ pingi, aliter verò perſpici. Cùm hoc pacto magis, quàm antea, tractabilem reddidiſſem imaginem, bonam ſpem concepi aliquid detegendi, ad eà pertinens, quæ mihi propoſueram.

Igitur à meâ primâ ſuſpicione non recedens firmiter Priſma collocavi, & (*Fig.* 11.) papyrum C ſuper circulum chartaceum *a b d* ad ſupernas ejus partes ponendam curavi; quo facto, violaceus Color, qui priùs erat in *d*, & coccineus ipſius C in Albedinem evanuerunt. Deinde memoratum circulum à feneſtrâ ligneâ removi, illúmque in apertâ feneſtrâ poſui ſubſtentatum ſolummodo extremi-

TAB. II.

tremitate *d*; tunc autem, me vehementer obſtupeſcente, omnes Colores, quos jam videbam, locum in Retinâ permutaverunt, coccineo in infimum & purpureo in altiſſimum tranſlatis; intermedii autem Colores vix diſcerni poterant. Atque hìc, ut obiter dicam, notatu digniſſimum eſt, quòd per totam hanc obſervationem perſpicuè vidi Lucem utramque, purpuream & coccineam, eſſe pellucidam; ſiquidem mihi per ambas tranſpicere nonnulla licebat, & nominatim, turres ubi campanæ appenduntur, quæ ſunt è conſpectu meæ feneſtræ. Unde conficitur, Colores hoſce, magnam partim, oriri ex proximâ Luce. Denique, rurſum ita collocavi circulum papyraceum, ut dimidia ejus pars *b* feneſtræ ligneæ hæreret, reliqua verò pars *a* in apertam Lucem verſaretur. Quo facto, ſemicirculus *a* terminatus apparuit, ſuperiùs, Colore violaceo, inferiùs autem coccineo; at alter ſemicirculus è contra, ſuperiùs, coccineo, inferiùs violaceo. Hinc ſequentes illationes conficio.

ANT. LUCAS Exceptiones in NEWTONI THEORIAM de LUCE &c.

*Primò*, quòd non ſolùm Lux, quam chartaceus circulus reflectit, ſed etiam illa, quam reflectit aer ambiens, multùm agit in coloratam imaginem, & præcipuè quòd attinet ad Colores violaceum coccineúmque. Quapropter, in poſterum fortaſſe non mirum videbitur, quòd Spectrum Coloribus ornatum tam longum in pariete appareat, ſed tantùm quòd non ſit latior.

*Secundò*, quòd, ſi fulgentius corpus poſt Solem eſſet, maximè veriſimile eſt Colores Spectri diſpoſitos futuros ordine illi, quem nunc ſervant, contrario. Unde.

*Tertiò*, ſequi videtur, quòd ordo nunc à Coloribus ſervatus naſcitur, non ab intrinſecâ *Refrangibilitatis* proprietate, (quod NEWTONUS contendit,) ſed à fortuitis & extrinſecis circumpoſitarum rerum circumſtantiis; etenim, prout corpus poſt chartaceum circulum erat aut eo lucidius aut obſcurius, omnes diverſi Colores ſitum permutabant.

VIII.

Num. 128.

## VIII.

Deinde periculum institui pertinens ad ea, quæ docet Newtonus de coloribus primigeniis, ut in Propos. V. Foramen ligneæ fenestræ obduxi tenui lamellâ eburneâ, quam transjiciens Lux erat flava; quæ tamen in rubeam abiit additis tribus, quatuor, aut pluribus lamellis. Hinc videtur confici, quòd Lucis Flavedo non est Color primigenius, sed compositus ex rubeo, &c.

## IX.

Meorum experimentorum ultimum refertur ad Newtoni XII. Propositionem, in quâ reddit rationem, sanè probabilem, à suis principiis deductam mirandi phænomeni ab Hookio relati; videlicet, quòd duo liquores, alter violaceus & alter rubeus, quanquam quisque seorsum pellucidus esset, cùm tamen juxta-ponebantur, evadebant opaci. Hujus rei ratio est, inquit Newtonus, quòd, quoniam liquor alter solos Radios rubeos, alter solos cæruleos transmittit, uterque simul nullos transire permittet.

Cæpi igitur duo pocilla vitrea, quorum fundus erat lævis & politus, earúmque alterum complevi *Aqua Forti* Colore cæruleo saturatâ, alterum verò oleo ex resinâ terebinthinâ quod rubeo Colore erat infectum; & omnia per liquorem illum cærulea, per hunc rubea videbantur; cùm autem hos liquores juxta collocavissem, plura per eos discernere poteram; attamen, secundùm Newtoni Theoriam, nihil per illos videre debuissem; quandoquidem, quoniam alter solummodo rubeos, alter solummodo cæruleos Radios transmittit, uterque simili nullos transire sinet.

Exceptiones hasce experimentis innixas non malè, spero, accipiet Newtonus, quia tantùm tendunt ad profectum naturalis scientiæ, & pariter.

*DOMINE*

Tibi obsequentissimi
Antonii Lucas.

*POST-*

## POST-SCRIPTUM.

Sub ipsâ litterarum harum conclusione à GASCOINIO redditæ mihi fuerunt tuæ datæ A. D. quartum Mensis Maii, in quibus nobis impertiri dignatus es accuratam descriptionem celebris experimenti de Spectro colorato nuper exhibiti coram REGIA SOCIETATE. Valde jucundum fuit videre quòd tentamina hujus nobilis Societatis tam accuratè cum nostris conveniunt, quamvis nostra in nonnullis à NEWTONIANIS discrepent.

---

## ART. XXX.

***********************************************

# NEWTONI *Responsio ad superiorem Epistolam, data ad Editorem.*

QUONIAM illa, quæ LINUS oppugnaverat, vera demonstraverunt experimenta, & mihi conceduntur; initium faciam à novâ quæstione de ratione, quam imaginis longitudo habet ad latitudinem. Quæstionem hanc novam appello, quia, quanquam LINUS in ultimâ suâ Epistolâ disceptaverit contra tantam longitudinem, quantam assigno; tamen, ut mihi quidem videtur, id faciebat, non daturus aliquam transversam longitudinem eâ minorem, quam assignaveram, (etenim in primis suis litteris prorsus asserit nullam esse hujuscemodi longitudinem,) sed majorem vim orationi suæ laturus, dum, vulgarem Opticam tuens, contra imaginem transversam in genere disputat. Idcirco in meâ responsione non accuratè descripsi quantitatem anguli refringentis, quo periculum iteraveram; quæ tamen quantitas necessariò fuisset accuratissimè indicanda, si disputatio circa accuratam rationem longitudinis ad latitudinem versata fuisset. Nihilominus addideram (Num. 121. pag. 500. Transact., & pag. 382. hujus,) quòd, quò major est angulus Prismatis, eò major futura est imaginis longitudo ad latitudinem relata; arbitratus futurum

Ibidem pag. 698.

Num. 128. ut, poſtquam aliquo Priſmate inveniſſet imaginis ad Axem tranſverſæ longitudinem, hinc facilè deduceret ſe, adhibendo Priſma majori angulo prӕditum, imaginis longitudinem aucturum, ita ut, uſurpato angulo ſatìs magno, ea æquare vel etiam ſuperare poſſet menſuram à me aſſignatam, ut re ipſâ poteſt. Etenim, ſi ſumatur angulus ſeptuaginta, aut ſeptuaginta quinque graduum, vel etiam paulò major, longitudo eò perduci poteſt, ut non ſolùm quinquies, ſed etiam ſepties, aut octies, aut pluries latitudinem contineat. Nihil igitur mirum, ſi Lucas minorem, ac ego, longitudinem invenit, dum angulo minori periculum inſtituit.

Angulus, quo ego uſus ſum, erat equidem ſexaginta trium graduum cum duodecim minutis, circiter, & hic ponitur ſexaginta graduum. Diſcrimen, quod inter hunc angulum & meum intercedit, cùm ſit dumtaxat trium graduum & duodecim minutorum, non ſufficit ad nos conciliandos ſed valde nos propinquiores faciet. Si verùm angulus hic accuratè menſuratus non fuiſſet, ſed rotundus ſexaginta graduum numerus poſitus conjecturâ, aut minùs accuratâ menſuratione, (ut factum fuiſſe conjicio, eò quòd ibidem affertur Refractio Priſmatis conjecturâ dimenſa per rationem ſinuum ut 2 ad 3, cùm experimento menſuranda erat,) angulus ille poſſet eſſe duobus aut tribus gradibus minor quàm angulus ſexaginta graduum, & etiam fortaſſe minor. Quæ omnia, ſi ita eſſent, auferrent ferè totam diſcrepantiam, quæ nos disjungit.

Quidquid autem ſit, certò ſcio meam obſervationem ſatìs accuratam eſſe; nam aliquoties periculum iteravi, poſt receptas Antonii Lucas litteras, & ſemper inveni meas obſervationes vix, & ne vix quidem, inter ſe diſcrepare, & cum iis, quæ antea ſcripſeram, pulchrè convenire. Atque, ut experientiâ perſpici poſſit, quo pacto, creſcente angulo, creſcant etiam imaginis longitudines, itémque, ne, ſi quis velit accuratè tentare experimentum, moleſtiam habeat, ſibi comparandi Priſma, cujus angulus ad amuſſim ſit quantitatis à me aſſignatæ, periculum inii cum diverſis angulis, & mea tentamina deſcripſi in ſubjectâ Tabulâ, in quâ prima Columna exprimit angulos duorum Priſmatum, quibus uſus ſum, quos angulos, quàm-accuratiſſimè potui, ſum dimenſus, eos applicando ad Sectoris angulum; ſecun-

ſecunda autem Columna refert pollicibus menſuratas longitudines imaginum à ſingulis hiſce angulis confectarum; latitudo verùm erat duorum pollicum; intervallum à Priſmate decem & octo pedum cum quatuor pollicibus; & amplitudo foraminis in ligneâ feneſtrâ quartæ pollicis partis.

NEWTONI ad ANT. LUCAS Reſponſio.

| Priſma Primum | | | Priſma Secundum | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Anguli | | Longitudines | Anguli | | Longitudines |
| *Gradus* | *Minuta* | | *Gradus* | *Minuta* | |
| 56. | 10. | $7\frac{1}{4}$. | 54. | 0. | $7\frac{1}{4}$. |
| 60. | 24. | $9\frac{1}{2}$. | 62. | 12. | $10\frac{1}{8}$. |
| 63. | 26. | $10\frac{1}{3}$. | 63. | 48. | $10\frac{3}{4}$. |

Percipere potes, quòd imaginum longitudines, pro angulorum illas progignentium ratione, paulò majores exortæ ſunt à ſecundo Priſmate, quàm à primo; cujus rei ratio eſt, quòd vitrum, ex quo conſtabat Priſma ſecundum, majorem vim refractivam habebat.

Dies, quibus hæc tentamina fuerunt inſtituta, ſatis erant ſereni, ſed non tantùm, quantùm voluiſſem; quapropter, poſtea nactus diem ſatis ex animi ſententiâ ſerenum, experimenta ſecundo Priſmate repetivi, & comperi longitudines imaginis à ſingulis angulis genitæ, ſuperare eas, quas priùs inveneram, quadrante pollicis, circiter; harum dimenſiones præ oculis ponit ſuppoſita Tabella.

| Priſma Secundum | | |
|---|---|---|
| Anguli | | Longitudines |
| *Gradus*, | *Minuta* | |
| 54. | 0. | $7\frac{1}{3}$. |
| 62. | 12. | $10\frac{1}{2}$. |
| 63. | 48. | 11. |

 Hujus

Num. 128. Hujus diſcriminis ratio, puto, eſt quòd Lux Cæli, albicantis in die ſubnubilo, Colores, qui ſunt ad imaginis extremitates, languidiores diluens & extra Oculorum aciem ponens, aliquantulum diminuitur die ſereno, & hoc pacto Colorum imaginem longiorem apparere ſinit; & ſimul Lux Solis vividior fit, Coloréſque fortiores reddit, & languidos illos, qui imaginis extremitates occupant, magis conſpicuos efficit. Etenim obſervavi, quòd, in diebus ſubnubilis, dum Priſma immobile erat ad feneſtram, imago evadebat aut paulò longior aut paulò brevior, prout Sol aut minùs aut magis obſcurabatur à tenuibus nubibus ante ejus faciem tranſeuntibus; imago verò decreſcebat quando nubes erat lucidior & Solis Lux languidior. Hinc facilè intelligitur, quòd, ſi Lux nubium omnino auferretur, ita ut Sol undique tenebris circumdatus appareret, aut ſi Solis Lux fortior eſſet, quàm nunc eſt, Colorum longitudo ſemper eſſet major.

In omnibus his obſervationibus latitudo imaginis ad duos pollices ad amuſſim extendebatur. Sed, cùm animadvertiſſem latera duorum Priſmatum à me adhibitorum non eſſe accuratè plana, ſed aliquantùm convexa, (hæc autem convexitas erat, circiter, tanta quanta reperitur in utrinque convexâ Lente Teleſcopii ſexdecim aut duodeviginti pedum,) ſumpſi tertium Priſma, cujus latera tantùm erant concava, quantùm latera priorum erant convexa, quod reddidit imaginem latam duobus pollicibus cum triente. Anguli hujus Priſmatis, & longitudines imáginis confectæ à ſingulis angulis videri poſſunt in hac Tabellâ.

| Anguli *Gradus* | Longitudines |
|---|---|
| 58. | $8\frac{1}{2}$. |
| $59\frac{1}{2}$. | 9. |
| $62\frac{1}{2}$. | $10\frac{1}{5}$. |

Nunc perſpicis, quòd concava laterum Priſmatis figura, Radios pauliſper divergentes reddens, conficit imaginis latitudinem majorem, pro longitudinis ratione, quàm aliter eſſet. Quod tibi indicandum

dum duxi, ut LUCAS perpendere possit an non ejus Prisma sit huic vitio obnoxium. Si habetur Prisma, cujus latera sint accuratè plana, bene adhiberi potest ad experimenta instituenda; sed meliùs usurpabitur Prisma, cujus latera, præter-propter, ad mei convexitatem accedant, quia istud imaginem multò meliùs definitam præstabit. Etenim talis laterum convexitate idem conficitur, ac si adhiberetur Prisma, cujus latera essent accuratè plana, & inter illud & foramen ligneæ fenestræ collocaretur Lens objectiva ex Telescopio duodeviginti pedum, quò rotunda Solis imago distinctiùs terminata conspiceretur in pariete, sublato Prismate, & idcirco oblonga imago à Prismate ministrata multò distinctiùs finita appareret, (præsertim quod ad latera ejus rectilinea pertinet,) quàm aliter.

NEWTONI ad ANT. LUCAS Responsio.

Hoc unum addam, scilicet, quòd mensura complecti debet ultimos imaginis fines à languidissimo rubeo ad cæruleum pariter languidissimum. Etenim, in primâ meâ Epistolâ, ubi longitudinem imaginis latitudinis quintuplam statui, longitudinem hanc appellavi *maximam* longitudinem *: & maximam longitudinem sum dimensus, quia credidi totam illam esse progenitam ab immediatâ Solis Luce; cùm viderem Colores, (ut supra indicavi,) in ipsâ maximâ longitudine aspectu percipi, quando dies erat clarissimus, id est, quando solaris Lux valde Lucem nubium superabat. Aliquando accidet, ut Lux fulgens latè hinc inde extra hos Colores ab utrâque imaginis extremitate suboriatur; Sed nulla illius ratio habenda est, nam hæc Lux ad imaginem non pertinet. Si bene peraguntur hæ mensurationes, totius imaginis longitudo longitudinem rectilineorum laterum unâ, circiter, imaginis latitudine superare comperietur.

Hæc ita fusè & singillatim explicata, viam, opinor, LUCAS nostro aperient ad inter se concilianda sua & mea experimenti tentamina; saltem, ita ut nulla notatu digna discrepantia supersit. Nam, si quod exiguum discrimen adhuc remanet, negotium ampliùs facessere non debet, cùm sint plures circumstantiæ, quæ ad hoc conducunt; talia sunt, tum diversæ Prismatum figuræ, tum diversæ refringendi facultates vitrorum, diversitas diametri solaris in diversis Anni tempestatibus, atque tenues errores, in quos incidere possumus, dum lineas



* Nmu 80. pag. 3076. Transf., & pag. 281. hujus.

Num. 128. angulósque metimur, aut dum Prisma ad fenestram statuimus; quanquam, quod ad me spectat, sollicitè conatus sum hæc facere, quàm potui, accuratissimè. Quidquid tandem sit, LUCAS certo certiùs imaginem reperiet æquè, vel etiam magis, longam, quàm ego reperi, si adhibeat Prisma, cujus latera in concavitatem trita non sint, sed plana, vel, (quod præstat,) aliquantisper convexa, & cujus angulus refringens tanto superet angulum Prismatis à me usurpati, quanto hic meus superat angulum Prismatis, quo hactenus LUCAS experimentum tentavit; id est, cujus angulus ad sex aut septem supra sexaginta gradus ascendat, vel (si libet) major sit.

De ceteris ejus experimentis, multas illi gratias habeo, quòd hæc tantæ curæ sint illi, ut suscipere voluerit laborem ista perpendendi, & ideo multo majores ei gratias ago, quòd primus mihi miserit experimenta ad horum veritatem indagandam tendentia. Veruntamen citiùs & pleniùs sibi satisfaciet paulùm immutans methodum, quam sibi præscripsit, &, pro quampluribus rebus, tentans dumtaxat *experimentum Crucis*. Non enim experimentorum numerus sed pondus respici debet; &,ubi unum sufficit, quid pluribus necesse habemus?

Si plura necessaria duxissem, plura addere potuissem. Quandoquidem, antequam ad Te darem primas meas litteras de Coloribus, multos labores circa pericula susceperam, & librum de hoc argumento scripseram, ubi fusè experimentorum à me initorum præcipua referuntur: evenit autem, ut inter ea sint præcipua illorum, quæ ad me LUCAS misit. Quod verò attinet ad experimenta enarrata in meis primis litteris, ea tantummodo sunt, quæ ex hoc libro seligenda duxi.

Sed, quanquam totum meum experimentorum penu illa conficerent, non tamen LUCAS orationem suam bene fundâsset super hypothesi, quòd me experimenta deficiunt, donec illa pauca tentavisset. Etenim, si ex illis aliqua demonstrativa sunt, ea neque adjutoribus indigent, neque locum relinquunt ad ulteriùs disceptandum de rebus, quas demonstraverunt.

Præcipua res, quæ examinanda venit est *inæqualis Refrangibilitas Lucis*; hæc autem *experimento Crucis* demonstratur. Jam si hæc demonstratio bona est, nihil opus est rem ipsam ulteriùs expendere; si demonstratio bona non est, ostendendum est ejus vitium. Siquidem

sola

Newtoni ad Ant. Lucas Responsio.

ſola ratio expendendæ Propoſitionis demonſtratæ eſt expendere demonſtrationem. Priùs igitur expendatur hoc experimentum, & pro vero agnoſcatur id, quod probat; & poſtea, ſi Lucas auxilium meum deſiderat ad explicandas difficultates, quas putat eſſe in experimentis à ſe propoſitis, eo non carebit; tunc enim pauca verba, reor, explanabunt omnia. Nunc autem, ſi rem ad demonſtrativum experimentum deducere deberem, initio ab hiſce deſumpto, utrique noſtrûm ſic longæ diſputationis moleſtiam creare poſſem, &, ob multitudinem verborum, veritatem potiùs obruere & obtegere, quàm detegere & in apertum ponere. Etenim, ſi antea, niſi poſt tantas moleſtias conſentire non potuimus in rebus *facti*, dum agebatur de primo & faciliori experimento, in quo quidem non omnino conſentimus; ecquam infinitam moleſtiam nobis pararemus, ſi noſmet ipſi traderemus diſputationibus, quas omne occurrens argumentum ſuſcitaret; & interea, quid, in tam moleſtâ diſceptatione de veritate fieret? Quocirca, cùm via, quam propono, ſit omnium breviſſima clariſſimáque, (ne dicam, ſola via ad metam perducens,) nihil peto, niſi ut Lucas æqui boníque conſulat, ſi rogo ut eam ineat, videns illum profiteri ſe tantùm veritatem quærere. Quapropter nunc ei ſolummodo & in genere dicam, reſpondens illi litterarum ſuarum parti, quæ de experimentis agit, quòd difficultates ſuæ exortæ ſunt, partim, ex eo, quòd aliquatenus perperam acceperit ea, contra quæ ſcripſit, &, partim, ex eo, quòd non ſatis cautè experimenta inſtituerit; inter quæ unum eſt, quod, legitimè tentatum, eſt, poſt *Experimentum Crucis*, omnium, quæ noverim, fortiſſimum ad evincendam inæqualem Lucis Refractionem, quod tamen affert ad contrarium probandum.

Ex ejus poſtſcripto, quis neſciens quæ facta ſunt, credere poſſet illum *Regiæ Societatis* obſervationes contra me adducere; cùm tamen in relatione hujus obſervationis, quam Tu *Leodium* miſiſti ne verbum quidem, de accuratâ ratione, quam imaginis longitudo ad ejus latitudinem habet, pro angulo Priſmatis, neque aliud in eâ contineatur, (quantùm ex ultimâ tuâ Epiſtolâ percipere potui,) quàm quod ſpectat ad ea, de quibus tunc erat quæſtio, videlicet, quòd *Regia Societas* comperit ea ſuccedere ut affirmaveram. Itaque, cùm Lucas eundem ſucceſſum invenerit, arbitror, quòd quando ait *ſibi jucundiſſimum*

Num. 118. *dissimum esse quòd* Regiæ Societatis *tentamina tam pulchrè cum suis conveniant*, intelligit dumtaxat, quantùm cum meis conveniunt.

Et quia rursus de hoc experimento verba facio, percuperem, quòd LUCAS illud iteraret, adhibitis omnibus, quas potest maximas, curis & præcautionibus, & habitâ ratione eorum, quæ de hac re in his litteris dico; tum pervelim ut imaginis longitudinem, latitudinem, & intervallum à Prismate, accuratè exprimeret per pedes, pollices, & pollicis partes, ut considerare possim quam rationem ad Solis diametrum habeant imaginis longitudo & latitudo; nam, scio ejus observationem stare non posse, si angulus refringens implet sexaginta gradus, si dies est serenus, & tota Colorum longitudo mensuratur, atque si imaginis latitudo respondet Solis diametro; cùm enim certus sim, quòd observationes meæ accuratè factæ fuerunt, ægrè ferrem, si aliqua alia experimenta vetarent ne huic primùm finem feliciter imponerem.

*DOMINE*

TUUS &c.

*POST-SCRIPTUM.*

Oblitus pariter fueram monere, quòd *experimentum Crucis* & alia similia, quæ fieri possunt ad Colorum naturam investigandam, institui debent Prismatibus adeò refringentibus, ut imaginum longitudo quinquies earundem latitudinem contineat, & potiùs pluries; nam aliter experimenta minùs bene succedent.

---

## ART. XXXI.

*Adest etiam in Transf. Philos. (Mens. Maii &c. An.* 1721. *pag.* 169. *Num.* 368.) ISAACI NEWTONI *Tabula Refractionum Aeris, quam hic supponimus*

TABULA

TABULA Refractionum Siderum ad Altitudines apparentes.

| Altit. | app. | Refraction. | | Altit. | app. | Refraction. | | Altit. | app. | Refraction. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Grad.* | *min.* | *min.* | *secun.* | *Grad.* | *min.* | *min.* | *secun.* | *Grad.* | *min* | *min.* | *secun.* |
| 0. | 0. | 33. | 45. | 16. | 0. | 3. | 4. | 46. | 0. | 0. | 52. |
| 0. | 15. | 30. | 24. | 17. | 0. | 2. | 53. | 47. | 0. | 0. | 50. |
| 0. | 30. | 27. | 35. | 18. | 0. | 2. | 43. | 48. | 0. | 0. | 48. |
| 0. | 45. | 25. | 11. | 19. | 0. | 2. | 34. | 49. | 0. | 0. | 47. |
| 1. | 0. | 23. | 7. | 20. | 0. | 2. | 26. | 50. | 0. | 0. | 45. |
| 1. | 15. | 21. | 20. | 21. | 0. | 2. | 18. | 51. | 0. | 0. | 44. |
| 1. | 30. | 19. | 46. | 22. | 0. | 2. | 11. | 52. | 0. | 0. | 42. |
| 1. | 45. | 18. | 22. | 23. | 0. | 2. | 5. | 53. | 0. | 0. | 40. |
| 2. | 0. | 17. | 8. | 24. | 0. | 1. | 59. | 54. | 0. | 0. | 39. |
| 2. | 30. | 15. | 2. | 25. | 0. | 1. | 54. | 55. | 0. | 0. | 38. |
| 3. | 0. | 13. | 20. | 26. | 0. | 1. | 49. | 56. | 0. | 0. | 36. |
| 3. | 30. | 11. | 57. | 27. | 0. | 1. | 44. | 57. | 0. | 0. | 35. |
| 4. | 0. | 10. | 48. | 28. | 0. | 1. | 40. | 58. | 0. | 0. | 34. |
| 4. | 30. | 9. | 50. | 29. | 0. | 1. | 36. | 59. | 0. | 0. | 32 |
| 5. | 0. | 9. | 2. | 30. | 0. | 1. | 32. | 60. | 0. | 0. | 31. |
| 5. | 30. | 8. | 21. | 31. | 0. | 1. | 28. | 61. | 0. | 0. | 30 |
| 6. | 0. | 7. | 45. | 32. | 0. | 1. | 25. | 62. | 0. | 0. | 28. |
| 6. | 30 | 7. | 14. | 33. | 0. | 1. | 22. | 63. | 0. | 0. | 27. |
| 7. | 0. | 6. | 47. | 34. | 0. | 1. | 19. | 64. | 0. | 0. | 26. |
| 7. | 30. | 6. | 22. | 35. | 0. | 1. | 16. | 65. | 0. | 0. | 25. |
| 8. | 0. | 6. | 0. | 36. | 0. | 1. | 13. | 66. | 0. | 0. | 24. |
| 8. | 30. | 5. | 40 | 37. | 0. | 1. | 11. | 67. | 0. | 0. | 23. |
| 9. | 0. | 5. | 22. | 38. | 0. | 1. | 8. | 68. | 0. | 0. | 22. |
| 9. | 30. | 5. | 6. | 39. | 0. | 1. | 6. | 69. | 0. | 0. | 21. |
| 10. | 0. | 4. | 52. | 40. | 0. | 1. | 4. | 70. | 0. | 0. | 20. |
| 11. | 0. | 4. | 27. | 41. | 0. | 1. | 2. | 71. | 0. | 0. | 19. |
| 12. | 0. | 4. | 5. | 42 | 0 | 1. | 0 | 72. | 0. | 0. | 18. |
| 13. | 0. | 3. | 47. | 43. | 0. | 0. | 58. | 73. | 0. | 0. | 17. |
| 14. | 0. | 3. | 31. | 44. | 0. | 0. | 56. | 74. | 0. | 0. | 16. |
| 15. | 0. | 3. | 17. | 45. | 0. | 0. | 54. | 75. | 0. | 0. | 15. |



OPUS

*OPUSCULUM XX.*

# ISAACI NEWTONI,

*DISSERTATIO*

# DE NATURA ACIDORUM

*Cum ejusdem*

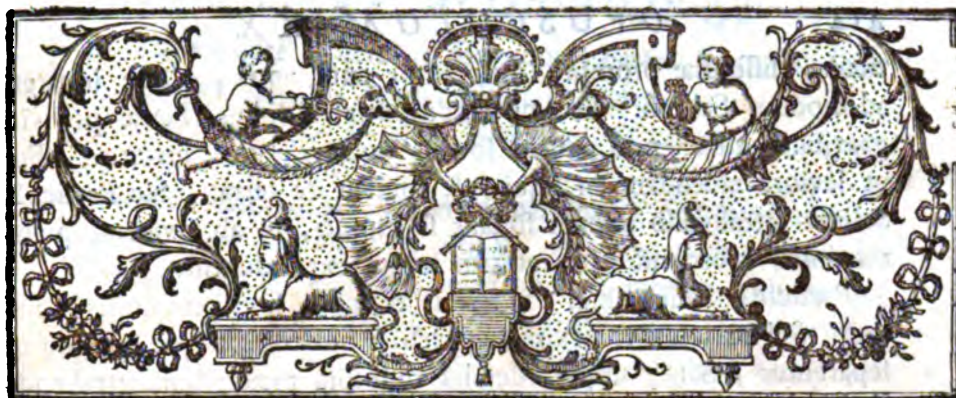
# COGITATIONIBUS VARIIS.

*Edit. in Præfat.*

DICTIONARII TECHNICI

JOHANNIS HARRIS

Edit. quintâ LONDINI 1736.



# DE NATURA ACIDORUM

## IS. NEWTON, 1692.



CIDORUM Particulæ sunt aqueis crassiores, & propterea minùs volatiles, at terrestribus multò subtiliores, & propterea multò minùs fixæ. Vi magnâ attractivâ pollent, & in hac vi consistit earum activitas, quâ & corpora dissolvunt & organa sensuum agitant & pungunt. Mediæ sunt naturæ inter aquam & corpora terrestria, & utraque attrahunt. Per vim suam attractivam congregantur circùm particulas corporum, seu lapideas, seu metallicas, iisque undique adhærent arctissimè, ut ab iisdem deinceps per distillationem vel sublimationem vix possint separari; attractæ verò & undique congregatæ, elevant, disjungunt, & discutiunt Particulas corporum ab invicem, id est, corpora dissolvunt; & per vim attractionis, quâ ruunt in Particulas, commovent fluidum & sic calorem incitant, Particulásque nonnullas adeò discutiunt ut in aerem convertant, & sic bullas generant. Et hæc est ratio dissolutionis & fermentationis; acidum verò, attrahendo aquam æquè ac terram, efficit ut Par-

ticulæ diſſolutæ promptè miſceantur cum aquâ, eique innatent ad modum Salium. Et, quemadmodum Globus Terræ per vim gravitatis attrahendo aquam fortiùs quàm corpora leviora, efficit ut leviora aſcendant in aquâ, & fugiant de terrâ. Sic Particulæ Salium attrahendo aquam fugant ſe mutuò, & ab invicem, quammaximè, recedendo per aquam totam expanduntur.

Particulæ Salis alkali ex terreis & acidis ſimiliter unitis conſtant; ſed hæ acidæ vi maximâ attractivâ pollent, ut per ignem non ſeparentur à Sale; útque Metalla diſſoluta præcipitent attrahendo ab ipſis Particulas acidas quibus diſſolvebantur.

Si Particulæ acidæ minore proportione cum terreſtribus jungantur, ut ab iis ſupprimi ac occultari videantur. Neque enim ſenſum jam pungunt, neque attrahunt aquam; ſed corpora dulcia, & quæ cum aquâ ægrè miſcentur, hoc eſt, *pinguia* componunt; ut in *Mercurio dulci*, *Sulphure communi*, *Lunâ corneâ*, *&* *Cupro* quod *Mercurius Sublimatus* corroſit. Ab acidi verò ſic ſuppreſſi vi attractivâ fit ut *pinguia* corporibus propè univerſis adhæreant, & flammam facilè concipiant, ſi modò acidum calefactum inveniat alia corpora in fumo accenſorum, quæ fortiùs attrahat quàm propria. Sed & acidum in ſulphureis ſuppreſſum fortiùs attrahendo Particulas aliorum corporum, (ſcilicet terreas,) quàm proprias, Fermentationem lentam & naturalem ciet & fovet uſque ad Putrefactionem compoſiti.

Quæ Putrefactio ſita eſt in eo quòd acidæ Fermentationem diu foventes tandem in interſtitia minima & *primæ Compoſitionis* partes interjacentia ſeſe inſinuant intiméque iis partibus unitæ mixtionem novam efficiunt non amovendam nec cum priore commutandam.

## *Cogitationes variæ ejuſdem.*

Flamma eſt fumus candens, differtque à fumo, ut ferrum rubens ab ignito ſed non rubente.

Calor eſt agitatio partium quaquaverſum.

Nihil

Nihil est absolutè quiescens secundùm partes suas, & ideo frigidum, præter atomos, vacui scilicet expertes.

Terra augetur aquâ in eam conversa, & omnia in aquam (vi ignis) reduci possunt.

Nitrum abit distillatione magnam partem in Spiritum acidum relictâ terrâ, quia acidum nitri attrahit Phlegma; & idcirco simul ascendunt, constituúntque Spiritum: At nitrum carbone accensum magnam partem abit in *Sal Tartari*, quia ignis eo modo applicatus partes acidi & terræ in sese impingit fortiúsque unit.

Spiritus ardentes sunt Olea cum Phlegmate per Fermentationem unita.

Tinctura *Cochinellæ* cum Spiritu Vini facta, in aquæ magnam molem immissa, parvâ licet dosi totam aquam inficit: scilicet, quia Particulæ *Cochinellæ* magis attrahuntur ab aquâ, quàm à se mutuò.

Aqua non habet magnam vim dissolvendi, quia pauco acido gaudet. Acidum enim dicimus, quod multùm attrahit & attrahitur: Videmus nempe ea, quæ in aquâ solvuntur, lentè & sine effervescentiâ solvi, & ubi est attractio fortis & Particulæ Menstruis undique attrahuntur à Particulâ Metalli, vel potiùs Particula Metalli undique attrahitur à Particulis Menstrui, hæ illam abripiunt & circumsistunt, hoc est, Metallum corrodunt: Hæ eædem Particulæ Sensorio applicatæ ejus partes eodem modo divellunt, dolorem inferunt; à quo acidæ appellantur, relictâ scilicet terrâ subtili, cui adhærebant, ob majorem attractionem ad liquidum linguæ, &c.

In omni Solutione per Menstruum Particulæ solvendæ magis attrahuntur à Partibus Menstrui, quàm à se mutuò.

In omni Fermentatione est Acidum suppressum, quod coagulat præcipitando.

Oleum cum nimis magnâ mole Phlegmatis intimè mixtum, fit Salinum quiddam & sic Acetum constituit, hìc etiam Tartari seu Terræ admistæ habenda est ratio.

*Mercurius*

*Mercurius* attrahitur, id eſt, corroditur ab Acidis, & ſicut pondere obſtructiones tollit, ita vi attractrice Acida infringit.

*Mercurius* eſt volatilis & facilè elevatur calore, quia ejus Particulæ ultimæ Compoſitionis ſunt parvæ & facilè ſeparantur, ſeparatæque ſeſe fugant; ut fit in Particulis Vaporis, Fluidorúmque rarefactorum.

Aqua comprimi non poteſt, quia ejus Particulæ jamjam ſe tangunt. Et ſi ſe tangerent Particulæ Aeris, (nam Aer comprimi poteſt, quia ipſius Particulæ nondum ſe tangunt,) Aer evaderet in Marmor. *Seq. ex Prop. XXIII. Lib. II. Princ. Philoſoph.*

Aurum Particulas habet ſe mutuò trahentes; minimarum ſummæ vocentur *primæ Compoſitionis*, harum ſummarum ſummæ, *ſecundæ Compoſitionis*, &c.

Poteſt *Mercurius*, poteſt Aqua Regia Poros pervadere, qui Particulas *ultimæ Compoſitionis* interjacent, at non alios.

Si poſſet Menſtruum alios illos pervadere, vel ſi Auri Partes *primæ & ſecundæ Compoſitionis* poſſent ſeparari fieret Aurum, vel fluidum, vel ſaltem magis malleabile. Si Aurum fermenteſcere poſſet, in aliud quodvis corpus poſſet transformari. Viſciditas eſt vel ſolùm defectus Fluiditatis quæ ſita eſt in Partium parvitate & ſeparabilitate, (intellige partes *ultimæ Compoſitionis*,) vel defectus lubricitatis ſeu lævoris partes unius ſupra alias labi impediens. Hujus Viſciditatis Acidum ſæpe cauſa eſt; ſæpe Spiritus alius lubricus terræ junctus; ut Oleum Terebinthinæ Capiti ſuo Mortuo redditum fit tenax.

Ratio, cur Charta Oleo inuncta tranſitum Oleo, non Aquæ; concedat, eſt quia Aqua Oleo non miſcetur ſed fugatur ab eo.

Cùm Acidæ Partes, minores ſcilicet, aliquid diſſolvunt, id faciunt, quia partem rei ſolvendæ includunt undique, utpote majorem quâlibet Acidi Partium.

*OPUS-*

*OPUSCULUM XXI.*

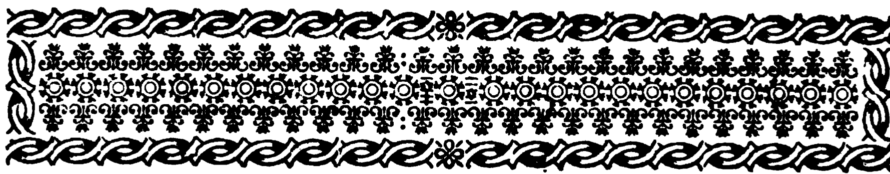
# SCALA GRADUUM

## *CALORIS ET FRIGORIS*

## EDITA IN TRANS. PHILOS.

Mensis Aprilis 1701.

Num. 270.



# ISAACI NEWTONI

## *SCALA*

## GRADUUM CALORIS, ET FRIGORIS.

| *Æquales Caloris Gradus.* | | *Constantes Caloris Gradus.* |
|---|---|---|
| 0. | 0. | CALOR aeris hyberni, ubi aqua incipit gelu rigescere. Innotescit hic Calor accuratè locando Thermometrum in nive compressâ, quo tempore gelu solvitur. |
| 0, 1, 2. | | Calores aeris hyberni. |
| 2, 3, 4. | | Calores aeris verni & autumnalis. |
| 4, 5, 6. | | Calores aeris æstivi. |
| 6. | | Calor aeris meridiani circa mensem Julium. |
| 12. | 1. | Calor maximus, quem Thermometer ad contactum corporis humani concipit. Idem, circiter, est Calor Avis ova incubantis. |
| $14\frac{3}{11}$ | $1\frac{1}{4}$ | Calor balnei propè maximus, quem quis manu immersâ & constanter agitatâ diutiùs perferre potest. Idem ferè est Calor Sanguinis recens effusi. |
| 17. | $1\frac{1}{2}$ | Calor balnei maximus, quem quis manu immersâ & immobili manente diutiùs perferre potest. |
| $20\frac{2}{11}$ | $1\frac{3}{4}$ | Calor balnei, quo cera innatans & liquefacta defervendo rigescit & diaphaneitatem amittit. |
| 24. | 2. | Calor balnei, quo cera innatans incalescendo liquescit, & in continuo fluxu sine ebullitione conservatur. |

| *Æquales Caloris Gradus.* | | *Constantes Caloris Gradus.* |
|---|---|---|
| $28\frac{6}{11}$ | $2\frac{1}{4}$ | Calor mediocris inter Calores, quo cera liquefcit, & aqua ebullit. |
| 34. | $2\frac{1}{2}$ | Calor, quo aqua vehementer ebullit, & miftura duarum partium plumbi, trium partium ftamni, & quinque partium bifmuti defervendo rigefcit. Incipit aqua ebullire Calore partium 33; Calorem partium plufquam $34\frac{1}{2}$ ebulliendo vix concipit. Ferrum verò defervefcens Calore partium 35 vel 36, ubi aqua calida, & 37, ubi frigida in ipfum guttatim incidit, definit ebullitionem excitare. |
| $40\frac{4}{11}$ | $2\frac{3}{4}$ | Calor minimus, quo miftura unius partis plumbi, quatuor partium ftamni, & quinque partium bifmuti incalefcendo liquefcit, & in continuo fluxu confervatur. |
| 48. | 3. | Calor minimus, quo miftura æqualium partium ftamni, & bifmuti liquefcit. Hæc miftura Calore partium 47 defervendo coagulatur. |
| 57. | $3\frac{1}{4}$ | Calor, quo miftura duarum partium ftamni & unius partis bifmuti funditur; ut & miftura trium partium ftamni & duarum plumbi; fed miftura quinque partium ftamni & duarum partium bifmuti hoc Calore defervendo rigefcit. Et idem facit miftura æqualium partium plumbi & bifmuti. |
| 68. | $3\frac{1}{2}$ | Calor minimus, quo miftura unius partis bifmuti, & octo partium ftamni funditur. Stamnum per fe funditur Calore partium 72, & defervendo rigefcit Calore partium 70. |
| 81. | $3\frac{3}{4}$ | Calor, quo bifmutum funditur, ut & miftura quatuor partium plumbi & unius partis ftamni; fed miftura quinque partium plumbi & unius partis ftamni, ubi fufa eft & defervet, in hoc Calore rigefcit. |

Calor

| *Æquales Caloris Gradus.* | | *Constantes Caloris Gradus.* |
|---|---|---|
| 96. | 4. | Calor minimus, quo plumbum funditur. Plumbum incalescendo funditur Calore partium 96, vel 97, & defervendo rigescit Calore partium 95. |
| 114. | $4\frac{1}{4}$ | Calor, quo corpora ignita defervendo penitus desinunt in tenebris nocturnis lucere, & vicissim incalescendo incipiunt in iisdem tenebris lucere; sed luce tenuissimâ, quæ sentiri vix possit. Hoc Calore liquescit mistura æqualium partium stamni & reguli *martis*, & mistura septem partium bismuti, & quatuor partium ejusdem reguli defervendo rigescit. |
| 136. | $4\frac{1}{2}$ | Calor, quo corpora ignita in tenebris nocturnis candent, in crepusculo verò neutiquam. Hoc Calore tum mistura duarum partium reguli *martis*, & unius partis bismuti, tum etiam mistura quinque partium reguli *martis*, & unius partis stamni defervendo rigescit. Regulus per se rigescit Calore partium 146. |
| 161. | $4\frac{3}{4}$ | Calor, quo corpora ignita in crepusculo proximè ante ortum Solis, vel post occasum ejus manifestò candent; in clarâ verò diei luce neutiquam, aut non nisi perobscurè. |
| 195. | 5. | Calor prunarum in igne parvo culinari ex carbonibus fossilibus bituminosis constructo & absque usu follium ardente. Idem est Calor ferri in tali igne, quantùm potest, candentis; ignis parvi culinaris, qui ex lignis constat, Calor paulò major est, nempe partium 200 vel 210. Et ignis magni major adhuc est Calor, præsertim si follibus cieatur. |

In columnâ primâ habentur Gradus Caloris in proportione arithmeticâ, computum inchoando à Calore, quo aqua incipit gelu rigescere, tanquam ab infimo Caloris gradu, seu commune termino Caloris & Frigoris; &, ponendo Calorem externum

corporis humani esse partium duodecim. In secundâ columnâ habentur Gradus Caloris in ratione geometricâ sic, ut secundus Gradus sit duplo major primo, tertius item secundo, & quartus tertio, & primus sit Calor externus corporis humani sensibus æquatus.

Patet autem per hanc Tabulam, quòd Calor aquæ bullientis sit ferè triplo major, quàm Calor corporis humani; & quòd Calor stamni liquescentis sit sextuplo major; & Calor plumbi liquescentis octuplo major, & reguli liquescentis duodecuplo major; & Calor ordinarius ignis culinaris sexdecim, vel septemdecim vicibus major, quàm Calor idem corporis humani.

Constructa fuit hæc Tabula ope Thermometri & ferri candentis. Per Thermometrum inveni mensuram Calorum omnium usque ad Calorem, quo stamnum funditur, & per ferrum calefactum inveni mensuram reliquorum. Nam, Calor, quem ferrum calefactum corporibus frigidis sibi contiguis dato tempore communicat, hoc est, Calor, quem ferrum dato tempore amittit, est ut Calor totus ferri. Ideòque, si tempora refrigerii sumantur æqualia, Calores erunt in ratione geometricâ, & propterea per Tabulam Logarithmorum facilè inveniri possunt.

Primùm igitur per Thermometrum ex oleo lini constructum inveni, quòd, si oleum, ubi Thermometer in nive liquescente locabatur, occupabat spatium partium 10000; idem oleum Calore primi gradûs, seu corporis humani, rarefactum occupabat spatium 10256; & Calore aquæ jamjam ebullire incipientis, spatium 10705; & Calore aquæ vehementer ebullientis, spatium 10725; & Calore stamni liquefacti deferventis, ubi incipit rigescere & consistentiam amalgamatis induere, spatium 11516; & ubi omnino rigescit, spatium 11496. Igitur oleum rarefactum fuit ac dilatatum in ratione 40 ad 39 per Calorem corporis humani; in ratione 15 ad 14 per Calorem aquæ bullientis; in ratione 15 ad 13 per Calorem stamni deferventis, ubi incipit coagulari & rigescere; & in ratione 23 ad 20 per Calorem, quo stamnum defervens omnino rigescit. Rarefactio aeris æquali Calore fuit decuplo major, quàm rarefactio olei; & rarefactio olei, quasi quindecim vicibus major,

major, quàm rarefactio spiritûs vini. Et, ex his inventis, ponendo Calores olei ipsius rarefactioni proportionales, & pro Calore corporis humani scribendo partes 12, prodiit Calor aquæ, ubi incipit ebullire, partium 33; &, ubi vehementiùs ebullit, partium 34; & Calor stamni, ubi, vel liquescit, vel defervendo incipit rigescere & consistentiam amalgamatis induere, prodiit partium 72; &, ubi defervendo rigescit & induratur, partium 70. His cognitis, ut reliqua investigarem, calefeci ferrum satìs crassum, donec satìs canderet, & ex igne cum forcipe etiam candente exemptum locavi statim in loco frigido, ubi ventus constanter spirabat, huic imponendo particulas diversorum Metallorum & aliorum corporum illiquabilium, notavi tempora refrigerii, donec particulæ omnes amissâ fluiditate rigescerent, & Calor ferri æquaretur Calori corporis humani. Deinde, ponendo quòd excessus Calorum ferri, & particularum rigescentium, supra Calorem atmosphæræ Thermometro inventum, essent in progressione geometricâ, ubi tempora sunt in progressione arithmeticâ, Calores omnes innotuere.

Locavi autem ferrum, non in aere tranquillo, sed in vento uniformiter spirante, ut aer à ferro calefactus semper abriperetur à vento, & aer frigidus in locum ejus uniformi cum motu succederet. Sic enim aeris partes æquales æqualibus temporibus calefactæ sunt, & Calorem conceperunt Calori ferri proportionalem. Calores autem sic inventi eandem habuerunt rationem inter se, cum Caloribus per Thermometrum inventis; & propterea rarefactiones olei ipsius Caloribus proportionales esse rectè assumpsimus.

*FINIS.*